



**TESIS - PM147501**

**PEMILIHAN EXCAVATOR KELAS 50 TON UNTUK USAHA  
PERTAMBANGAN SIRTU GALIAN C MELALUI PENERAPAN  
METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS ( AHP )**

**DANY IRAWAN  
NRP.9114201510**

**DOSEN PEMBIMBING  
Dr.Ir.Fuad Achmadi, MSME**

**PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI  
BIDANG KEAHLIAN MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI  
PROGRAM PASCA SARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER  
SURABAYA  
2016**





**TESIS - PM147501**

**PEMILIHAN EXCAVATOR KELAS 50 TON UNTUK USAHA  
PERTAMBANGAN SIRTU GALIAN C MELALUI PENERAPAN  
METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS ( AHP )**

**DANY IRAWAN  
NRP.9114201510**

**DOSEN PEMBIMBING  
Dr.Ir.Fuad Achmadi, MSME**

**PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI  
BIDANG KEAHLIAN MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI  
PROGRAM PASCA SARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER  
SURABAYA  
2016**





**TESIS - PM147501**

**SELECTION EXCAVATOR 50 TON CLASS FOR SAND & GRAVEL  
MINNING TYPE C WITH APPLIYING THE ANALYTICAL HIERARCHY  
PROCESS (AHP) METHOD**

**Dany Irawan  
NRP.9114201510**

**Dosen Pembimbing  
Dr.Ir.Fuad Achmadi, MSME**

**PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI  
BIDANG KEAHLIAN MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI  
PROGRAM PASCA SARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER  
SURABAYA  
2016**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Manajemen Teknologi (M.MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :


Dany Irawan

NRP. 9114201510

Tanggal Ujian : 27 Juli 2016

Periode Wisuda : Maret 2017


Disetujui oleh :

  
1. Ir. Fuad Achmadi, MSc., Ph.D.  
NIDN : 0720116103

(Pembimbing)

  
2. Dr. Indung Sudarso, S.T., M.T.  
NIDN : 0727115201

(Penguji)

  
3. Dr. Dyah Santhi Dewi, S.T., Meng.Sc  
NIP : 197208251998022001

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana

Prof. Ir.Djauhar Manfaat, M.Sc, Ph.D

NIP. 196012021987011001

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>
2.1 Definisi Pertambangan .....	9
2.2 Pekerjaan Pertambangan .....	12
2.3 Analisis Pasar .....	16
2.4 Positioning.....	19
2.5 Investasi dan Jenisnya .....	21
2.6 Pengambilan Keputusan .....	23
2.7 Penilaian Perbandingan Multi Partisipan .....	40
2.8 Analisis Sensitivitas .....	41
2.9 Posisi Penelitian .....	43
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>45</b>
3.1 Rancangan Penelitian .....	45
3.2 Lokasi Penelitian .....	47
3.3 Pengumpulan Data Penelitian .....	47

3.4 Kuesioner .....	48
3.5 Karakteristik Responden .....	48
3.6 Proses Menggunakan Metode AHP .....	49
3.7 Model Hierarki Keputusan .....	50
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
4.1 Gambaran Perusahaan .....	53
4.2 Struktur Organisasi PT XYZ.....	55
4.3 Data Responden .....	56
4.4 Proses Untuk Mendapatkan Atribut Maupun Sub Atribut .....	58
4.5 Perolehan Data Kuantitatif Dengan Matrik Perbandingan Berpasangan .....	71
4.6 Penentuan Bobot Normal (Relatif) Multi Atribut .....	72
4.7 Penentuan Nilai Bobot Absolut Multi Atribut .....	85
4.8 Analisa Sensitivitas Terhadap Perubahan Bobot Atribut .....	90
4.9 Pembahasan Hasil Sintesa Multi Atribut, Alternatif dan Sensitivitas.....	94
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>99</b>
5.1 Kesimpulan.....	99
5.2 Saran.....	100
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>101</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Backhoe .....	15
Gambar 2.2 Tingkatan Luas Pasar .....	18
Gambar 2.3 Garis Besar Langkah-Langkah Siklus Analisis Keputusan Rasional .....	24
Gambar 2.4 Klasifikasi Pengambilan Keputusan.....	25
Gambar 2.5 Hirarki Dengan Struktur Atribut Lapisan Tunggal dan Perbandingan yang Lengkap .....	25
Gambar 2.6 Hirarki Dengan Struktur Atribut Banyak Lapisan dan Perbandingan yang Tidak Lengkap.....	26
Gambar 2.7 Penyusunan Hirarki AHP .....	34
Gambar 3.1 Bagan Alir Tahapan Rancangan Penelitian.....	45
Gambar 3.2 Model Hirarki Keputusan Pemilihan <i>Excavator</i> kelas 50 ton.....	51
Gambar 4.1 Peta Lokasi Pertambangan Sirtu .....	54
Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT XYZ.....	55
Gambar 4.3 Alur Pengumpulan Atribut dan Sub Atribut .....	59
Gambar 4.4 Diagram Responden Penentuan Multi Atribut dan Perbandingan Berpasangan .....	60
Gambar 4.5 Grafik Alternatif <i>Excavator</i> Terhadap Bobot Sub Atribut Biaya...	87
Gambar 4.6 Grafik Alternatif <i>Excavator</i> Terhadap Bobot Sub Atribut Maintenance & Repair .....	88
Gambar 4.7 Grafik Alternatif <i>Excavator</i> Terhadap Bobot Sub Atribut Operasional .....	89
Gambar 4.8 Grafik Pemilihan Alternatif <i>Excavator</i> Terhadap Keseluruhan Atribut .....	90

**[ Halaman ini sengaja dikosongkan ]**

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Potensi Proyek Jawa Timur Tahun 2016.....	2
Tabel 1.2 Produksi dan Permintaan sirtu PT. XYZ tahun 2011-2015.....	4
Tabel 2.1 Matrik keputusan.....	27
Tabel 2.2 Contoh lembar evaluasi dalam metode Delphi.....	31
Tabel 2.3 Matrik Perbandingan Antara Model Pemilihan Excavator.....	32
Tabel 2.4 Contoh matrik perbandingan berpasangan (preferensi).....	36
Tabel 2.5 Skala perbandingan berpasangan.....	37
Tabel 2.6 Contoh Sintesa Matrik Perbandingan Berpasangan.....	38
Tabel 2.7 Matrik Normalisasi Perbandingan Berpasangan.....	38
Tabel 2.8 Nilai Indeks Random.....	40
Tabel 2.9 Penelitian Terdahulu.....	43
Tabel 4.1 Multi Atribut Hasil kuisisioner ke-1.....	60
Tabel 4.2 Multi Atribut Hasil Kuisisioner ke-2.....	61
Tabel 4.3 Multi Atribut Hasil kuisisioner ke-3.....	62
Tabel 4.4 Contoh matrik perbandingan berpasangan sesuai hasil wawancara...71	71
Tabel 4.5 Matrik Penilaian Perbandingan Antar atribut.....	72
Tabel 4.6 Matrik Perbandingan Berpasangan Antar Atribut.....	73
Tabel 4.7 Normalisasi Matrik Perbandingan Berpasangan Antar Atribut.....	74
Tabel 4.8 Nilai Bobot Atribut Terhadap Tujuan.....	75
Tabel 4.9 Perbandingan antar sub atribut pada atribut biaya.....	76
Tabel 4.10 Bobot Sub Atribut dari Atribut Biaya.....	77
Tabel 4.11 Perbandingan antar sub atribut pada atribut <i>Maintenance &amp; Repair</i> 77	77
Tabel 4.12 Bobot Sub Atribut dari Atribut <i>Maintenance &amp; Repair</i> .....	77

Tabel 4.13 Perbandingan antar atribut pada atribut Operasional.....	79
Tabel 4.14 Bobot Sub Atribut dari Atribut Operasional .....	79
Tabel 4.15 Perbandingan Antar Alternatif pada Atribut Biaya sub Atribut Kemudahan Cara Pembelian.....	81
Tabel 4.16 Perbandingan Antar Alternatif pada atribut Biaya sub Atribut Harga Beli.....	81
Tabel 4.17 Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Maintenance & Repair sub atribut Kemudahan Spare Part .....	81
Tabel 4.18 Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Maintenance & Repair sub atribut Layanan Purna Jual.....	81
Tabel 4.19 Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Maintenance & Repair sub Atribut Harga Jual Kembali.....	82
Tabel 4.20 Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Maintenance & Repair sub Atribut kemudahan Service, Repair & Modifikasi.....	82
Tabel 4.21 Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Maintenance & Repair sub Atribut Keandalan.....	82
Tabel 4.22 Nilai Bobot Alternatif Terhadap Sub Atribut dari Atribut Biaya dan Maintenance & Repair.....	83
Tabel 4.23 Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Operasional sub Atribut Kemudahan Pengoperasian.....	83
Tabel 4.24 Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Operasional sub atribut Daya.....	83
Tabel 4.25 Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Operasional sub Atribut Fuel Consumption.....	84
Tabel 4.26 Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Operasional sub Atribut Productivity.....	84
Tabel 4.27 Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Operasional sub Atribut Keamanan dan Kenyamanan.....	84
Tabel 4.28 Nilai Bobot Alternatif Terhadap Sub Atribut dari Atribut Operasional.....	84
Tabel 4.29 Bobot Relatif Multi Atribut.....	85

Tabel 4.30 Bobot Atribut dan sub Atribut terhadap Merk Excavator.....	86
Tabel 4.31 Excavator Terhadap Multi Atribut.....	89
Tabel 4.32 Nilai Bobot absolute Multi atribut akibat perubahan Nilai Bobot Atribut Biaya dari 16,98% menjadi 26,98%.....	91
Tabel 4.33 Sensitivitas Terhadap Pengaruh Perubahan Atribut Biaya.....	92
Tabel 4.34 Sensitivitas Terhadap Pengaruh perubahan Atribut Maintenance & Repair.....	93
Tabel 4.35 Sensitivitas Terhadap Pengaruh perubahan Atribut Operasional.....	93

**[ Halaman ini sengaja dikosongkan ]**

## KATA PENGANTAR

Segala puji Syukur atas segala rahmat dan hidayah dari Allah SWT, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan tepat waktu. Dalam menyelesaikan tugas akhir yang mengambil judul **PEMILIHAN MERK EXCAVATOR KELAS 50 TON UNTUK USAHA PERTAMBANGAN SIRTU GALIAN C MELALUI PENERAPAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS ( AHP )**, penulis telah dibantu oleh berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Keluarga tercinta, istri dan anak-anak yang selalu memberi doa dan kasih sayangnya, juga orang tua dan keluargaku semua atas *support* yang diberikan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Fuad Achmadi, MSME selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kepada penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
3. Segenap jajaran Direksi, manajemen dan rekan-rekan kerja, yang telah memberikan segala dukungan, menyediakan tempat dan memberikan masukan kepada penulis.
4. Segenap dosen pengajar dan civitas akademika MMT ITS Surabaya.
5. Rekan rekan seperjuangan Manajemen Industri kelas Eksekutif MMT ITS Surabaya angkatan 2014, atas segala dukungan dan doanya.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saran dan kritik guna penyempurnaan tugas akhir ini sangat penulis harapkan. Besar harapan penulis semoga tugas akhir ini mampu menyumbangkan manfaat bagi penulis sendiri dan para pembaca. Amin.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

**[ Halaman ini sengaja dikosongkan ]**



# **PEMILIHAN EXCAVATOR KELAS 50 TON UNTUK USAHA PERTAMBANGAN SIRTU GALIAN C MELALUI PENERAPAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS ( AHP )**

Nama : Dany Irawan  
NRP : 9114201510  
Pembimbing : Dr.Ir. Fuad Achmadi, MSME

## **ABSTRAK**

Proses pemilihan *Excavator* dalam usaha pertambangan pasir batu ( sirtu ) galian C merupakan salah satu proses penting, karena pada proses ini pengusaha pertambangan menginginkan investasi yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan dengan menerapkan metode dan kriteria yang tepat. Pemilihan *Excavator* dengan metode yang tepat diharapkan oleh perusahaan dapat memberikan keuntungan sesuai dengan yang diharapkan. Permasalahan dalam penelitian ini adalah adanya rencana perusahaan untuk menambah kapasitas produksi dengan melakukan investasi pembelian *Excavator* kelas 50 ton sebagai alat *loading* utama dalam usaha pertambangan sirtu untuk menggantikan alat *Excavator* lama kelas 20 ton, sehingga diperlukan sebuah study untuk mengukur kriteria yang ada dalam proses pemilihan *Excavator* tersebut.

Penelitian ini bertujuan membantu perusahaan agar mempunyai suatu sistem pengambilan keputusan yang tepat dan dapat dipergunakan oleh perusahaan dalam menentukan pemilihan dalam berinvestasi dan mempermudah mencari titik optimal antara aspek aspek yang terkandung pada keputusan pemilihan unit alat berat khususnya *Excavator*. Metode yang digunakan sebagai alat analisa dalam study ini adalah menggunakan metode AHP ( *Analitycal Hierarcy Process* ) dengan menggunakan perbandingan berbagai kriteria yang ditentukan. Dari hasil analisa dan pembahasan susunan keputusan altermatif *Excavator* terhadap multi atribut, posisi teratas ditempati *Excavator* K (34,4%), peringkat kedua ditempati *Excavator* C (33,4%) dan yang terakhir *Excavator* D (32,2%).

**Kata kunci :** *Pertambangan pasir batu ( sirtu ), Excavator, AHP ( Analitycal Hierarcy Process )*

**[ Halaman ini sengaja dikosongkan ]**

# SELECTION EXCAVATOR 50 TON CLASS FOR SAND & GRAVEL MINNING TYPE C WITH APPLYING THE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) METHOD

Name : Dany Irawan  
NRP : 9114201510  
Advisor : Dr. Ir. Fuad Achmadi. MSME

## ABSTRACT

The selection process of *Excavator* in mine workings of Sand & Gravel mine type C is one of important process, because in this process, mining industrialist wants an exact and suitable investment with necessary with applying the method and appropriate criteria. The enterprise hope can get the good profit with appropriate method in *Excavator* selection. The problem of this research is the plan of enterprise for add the capacity of production with buy the *Excavator* 50 Ton class as the main loading equipment 20 ton class, so need the study for measure the criteria in selection of *Excavator*. The aim of this research is for help the company for having the an appropriate take system and be able to use for the company in investment selection and make more easier to find out the most optimal aspect between the aspects in decision of *Excavator* selection. The method that used as the analysis tool in this study is using AHP (*Analytical Hierarchy Process*) method with using the comparing of criteria that fixed. From the result of the analysis and alternative decision of *Excavator* about multi atributte, the first position is K *Excavator* (34,4%), the second position is C *Excavator* (33,4%), and the last position is D *Excavator* (32,2%).

**Keywords:** Excavator, Sand & Gravel minning, AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

**[ Halaman ini sengaja dikosongkan ]**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertambangan pasir batu (*sand & gravel*) atau yang lebih biasa disebut sirtu adalah salah satu jenis pertambangan yang masuk dalam golongan C banyak tersebar di wilayah provinsi Jawa Timur. Sebagian besar pemilik konsesi pertambangan mengelola sumber dayanya sendiri. Para pengusaha pertambangan sirtu tersebut berupaya untuk mengelola usahanya secara efektif dan efisien.

Menurut (Kirk, 2000) pengolahan usaha pertambangan secara efektif dan efisien meliputi, belanja modal lebih rendah, tenaga kerja yang lebih kecil, berfokus pada budaya keselamatan, akses terhadap pembiayaan yang kompetitif, biaya pertambangan yang lebih rendah, fleksibilitas dalam peralatan dan rencana tambang, total integrasi terhadap tim pertambangan, berbagi resiko, menyelaraskan arah bisnis, dapat membagi modal untuk dibelanjakan pada peluang pengembangan bisnis seperti akuisisi dan eksplorasi, masalah industri lebih sedikit dan dapat memimpin dalam strategi perbaikan terus-menerus.

Peluang usaha pertambangan sirtu di wilayah provinsi Jawa Timur berkembang pesat dalam 10 tahun terakhir. Hal ini selaras dengan berkembangnya pembangunan di provinsi ini yang meliputi pembangunan perumahan dan pemukiman, infrastruktur jalan dan jembatan pembangunan kantor, sarana pergudangan, serta berbagai macam infrastruktur lainnya. Sehingga kebutuhan akan komoditi sirtu meningkat dan bisnis dibidang ini mempunyai prospek yang cukup menjanjikan. Beberapa contoh prospek proyek di Jawa Timur pada tahun 2016 beserta kebutuhan komoditi sirtu dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Potensi Proyek Jawa Timur Tahun 2016

NO	JENIS PROYEK	OWNER	LOKASI	VOLUME (m <sup>3</sup> )
1	Properti	Jaya Land	Surabaya & Sekitarnya	9,000,000
		Delta sari		
		Citra Garden		
		Pakuwon		
		Margomulyo		
2	Pelabuhan & Infrastruktur JIPPI Kalimireng	PT. Aneka Kimia Raya	Gresik	50,000,000
3	Pelabuhan Teluk Lamong	PT. Pelindo 3	Gresik	2,000,000
4	Bandara Juanda Terminal 3	PT. Angkasa Pura	Sidoarjo	3,000,000
5	Jalan	Lingkar luar Surabaya	Surabaya	3,000,000
		Jalan Tol SUMO		3,000,000
6	Kawasan Industri dan pergudangan Lingkar Timur Surabaya	PT. Sinar Buduran	Surabaya	12,000,000
		PT. Sidoarjo Industrial Rangkah Estate	Sidoarjo	12,000,000

Sumber; [www.bciasia.com](http://www.bciasia.com), 2016

PT.XYZ adalah perusahaan swasta yang bergerak di bidang pertambangan sirtu golongan C yang berdiri sejak tahun 1984 di Surabaya. PT.XYZ memiliki konsesi lahan dan ijin usaha pertambangan sirtu yang terletak di Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan Jawa Timur seluas 315,71 hektar. Sejak tahun 2011 dimulailah kegiatan pertambangan sirtu di daerah Pasuruan tersebut. Prospek dari usaha pertambangan sirtu yang terlihat bagus membuat perusahaan mengembangkan usahanya dengan menambah kapasitas produksi sirtu. Dalam 4 tahun terakhir, permintaan terhadap komoditi sirtu pada PT.XYZ selalu meningkat, bahkan dalam 2 tahun terakhir volume produksi dan permintaan pasar tidak seimbang, yaitu lebih banyak permintaan dibanding dengan produksi, sehingga PT.XYZ banyak kehilangan pembeli dan potensi calon pembeli yang berpindah ke tempat lain. Apabila hal tersebut dibiarkan akan menimbulkan potensi kehilangan yang lebih besar dan kemungkinan kehilangan pelanggan yang akan membeli di tempat lain juga cukup besar. Pasar dari komoditi sirtu dalam 2 tahun terakhir lebih banyak digunakan dalam bidang properti, persiapan lahan untuk pembangunan infrastruktur dan jalan. PT. XYZ berada di daerah kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan, yang terletak di lereng gunung Penanggungan adalah salah satu dari perusahaan yang sudah memiliki ijin kuasa pertambangan (IUP) dan sudah mengantongi sertifikat *Clear and Clean* (CNC) dari Dirjen Pertambangan sehingga aman secara legalitas. Di wilayah Kecamatan Gempol dan sekitarnya banyak terdapat tambang sirtu yang memiliki usaha sejenis dengan

PT. XYZ, tetapi dari sekian banyak tambang yang beroperasi tidak sedikit yang belum memiliki ijin dan sertifikat sehingga berpotensi bermasalah dengan hukum. Selain itu secara geografis, kawasan kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan tersebut memiliki letak yang sangat strategis, yaitu dekat dengan akses jalan tol yang menuju ke kota-kota besar dan berkembang seperti Surabaya, Sidoarjo, Gresik, Mojokerto dan Pasuruan, sehingga memudahkan transportasinya. Untuk mendapatkan produksi seperti yang diharapkan dan memberikan pelayanan demi kepuasan pelanggan, maka peningkatan performance dari unit Excavator sangat diperlukan. Dengan rata rata umur unit yang sudah mencapai 14.000 jam kerja maka perlu dilakukan peremajaan unit alat berat terutama Excavator. Ditahun 2015 produksi sirtu PT XYZ mencapai 2.728.047 bcm dan ditahun 2016 perusahaan mempunyai target meningkatkan kapasitas produksi sampai dengan 5.000.000 bcm, hal ini dilakukan dengan melihat potensi market yang ada dan untuk bisa menyerap permintaan terhadap komoditi sirtu dan juga untuk mempertahankan pelanggan atau costumer yang sudah ada selama ini tidak berpindah ke tempat lain. Untuk menambah kapasitas produksi dan meningkatkan pelayanan kepada pelanggan, PT XYZ berencana melakukan investasi berupa penggantian alat berat *Excavator* dari sebelumnya kelas 20 ton menjadi *Excavator* baru kelas 50 ton agar mendapatkan hasil volume produksi dan performance yang diharapkan. Penggantian dari kelas 20 ton menjadi kelas 50 ton dilakukan dengan tujuan selain meningkatkan produksi dan performance, agar kondisi tambang tetap dalam kondisi ideal dan aman. Apabila tetap menggunakan kelas 20 ton dengan meningkatkan target produksi berarti akan menambah jumlah unit, yang secara perhitungan akan menambah jumlah titik pengambilan sehingga dikhawatirkan tidak aman dan lalu lintas tambang ramai. Dengan adanya rencana penggantian unit tersebut, untuk unit kelas 20 ton sendiri apabila sudah tidak terpakai kemungkinan besar akan dijual.

Perbandingan antara produksi *existing* dengan permintaan dalam 5 tahun terakhir dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2. Produksi dan Permintaan Sirtu PT. XYZ Tahun 2011-2015

TAHUN	UNIT YANG OPERASI		PRODUKSI	PERMINTAAN	PROSENTASE PRODUKSI THD PERMINTAAN
	TYPE	JUMLAH	( BCM )	( BCM )	( % )
2015	20 ton	7	2,728,047	4,228,472.39	65%
2014	20 ton	7	2,537,083	3,551,916.80	71%
2013	20 ton	6	2,283,375	2,740,050.11	83%
2012	20 ton	6	1,940,869	2,620,172.91	74%
2011	20 ton	5	1,805,008	1,895,258.41	95%

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa persentase antara produksi dan permintaan mengalami penurunan dalam 5 tahun terakhir. Ijin kuasa pertambangan ( IUP ) berlaku 10 tahun dari sejak di terbitkan pada tahun 2011. Dengan rencana cadangan sirtu sekitar 75 juta bcm, dan dalam 5 tahun terakhir baru sekitar 15 juta bcm atau sekitar 20% yang terambil dari total cadangan sirtu, maka dengan adanya batasan waktu tersebut sehingga penting bagi perusahaan untuk lebih mengoptimalkan produksi. Salah satu cara untuk mengoptimalkan produksi adalah menambah kapasitas produksi dengan melakukan penggantian *Excavator* dari kelas 20 ton menjadi 50 ton.

Rencana penggantian alat berat ini mengandung resiko, salah satunya adalah munculnya biaya investasi dan operasional yang lebih tinggi. Para pengusaha di bidang ini berusaha untuk mengoptimalkan produksi dengan berupaya meminimalisasi biaya. Biaya yang timbul dalam bisnis pertambangan ini dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu biaya langsung, seperti biaya investasi alat pertambangan dan biaya operasional, biaya tidak langsung seperti interest atau bunga Bank dan overhead perusahaan. Biaya investasi peralatan pertambangan merupakan biaya yang mempunyai persentase cukup besar dari seluruh biaya operasional pertambangan. Alat yang diperlukan adalah alat loading, yaitu alat penggaruk sirtu dan menaikkan ke dalam truck atau yang sering disebut *Excavator*. Alat ini sangat vital dalam bisnis ini, karena sangat menentukan kecepatan dan produktivitas pertambangan, sehingga pemilihan unit yang sesuai baik dari sisi teknis seperti ketahanan, kualitas produk, *cycle time*, pemakaian *fuel* dan dari sisi nilai investasi sangat mempengaruhi proses pertambangan dan hasilnya.



PT.XYZ yang merupakan perusahaan perseorangan, selama ini dalam berinvestasi seperti memilih jenis dan merk alat berat lebih banyak mengandalkan insting dan pilihan dari direktur utama, bukan berdasarkan hasil diskusi dari berbagai pihak yang berkepentingan sehingga lebih bersifat subjektif. Hal ini berpotensi menimbulkan masalah dikemudian hari karena yang sudah diputuskan untuk dipilih kadang tidak sesuai dengan kebutuhan atau spesifikasi. Seiring berjalannya waktu dan perubahan organisasi di PT.XYZ, manajemen ingin dalam melakukan pemilihan alat berat dilakukan dengan mempertimbangkan aspek-aspek yang berpengaruh yang dilakukan oleh pihak-pihak yang berkompeten sehingga didapatkan hasil yang optimal sesuai dengan keinginan perusahaan.

Dalam penelitian ini akan dibahas secara rinci bagaimana memilih *Excavator* agar investasi yang ditanamkan dapat berjalan tepat. Di dalam menentukan *Excavator* diperlukan suatu metode yang dapat membantu perusahaan dalam menganalisa dan mengevaluasi semua alternatif dari *Excavator* yang akan dipilih.

Untuk mempermudah mencari titik optimal antara aspek aspek yang terkandung pada keputusan pada pemilihan unit *Excavator* sesuai dengan bobot prioritas yang ada, maka proses pemilihan lebih tepat menggunakan pendekatan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang dikembangkan oleh Dr. Thomas L. Saaty dari Wharton School of Business (1970). Menurut Marimin (2004), AHP memiliki prinsip kerja yaitu penyerderhanakan suatu persoalan kompleks yang tidak terstruktur, strategis, dan dinamis menjadi bagian-bagiannya, serta menata dalam suatu hirarki sehingga permasalahan dapat dipercepat proses pengambilan keputusannya.

Pemilihan menggunakan metode AHP ini dalam menentukan *Excavator* di PT.XYZ adalah karena metode AHP ini mudah dilakukan oleh perusahaan yang sedang berkembang. Kurangnya data kuantitatif yang mendukung proses pemilihan investasi di PT.XYZ ini menjadi pertimbangan dalam memilih metode AHP tersebut, karena metode ini lebih menonjolkan data kualitatif dengan melihat pendapat dan sintesa dari berbagai sudut pandang responden yang berkompeten.

Selain itu, AHP juga bisa menyelesaikan masalah kompleks yang strukturnya tidak beraturan, sehingga menjadi masukan dalam melakukan pemilihan kebijakan pemilihan Excavator pada PT.XYZ. Seperti di jelaskan sebelumnya bahwa PT.XYZ belum memiliki pengalaman untuk melakukan investasi dan juga dalam operasional Excavator kelas 50 Ton sehingga data data kuantitatif tidak lengkap. Selain itu pertimbangan dalam melakukan investasi alat berat khususnya *Excavator* PT.XYZ melihat dari berbagai sisi dan sudut pandang, yaitu dari sisi biaya investasi, sisi operasional di lapangan serta perawatan dan pemeliharaan unit itu sendiri juga menjadi pertimbangan yang diambil.

Untuk unit *Excavator*, setiap pabrikan hanya mengeluarkan 1 jenis produk di masing masing kelas, yang berubah hanya seri keluarannya dari tahun ke tahun, sehingga pemilihan Excavator 50 Ton tidak banyak pilihan dan harus dilakukan dengan cermat.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, maka rumusan masalah yang dikemukakan adalah sebagai berikut:

- 1) Atribut apa saja yang dibutuhkan dalam membuat prioritas pemilihan *Excavator*
- 2) Alternatif *Excavator* mana yang paling sesuai digunakan untuk pertambangan sirtu
- 3) Dipengaruhi oleh atribut mana saja tingkat prioritas susunan keputusan berubah

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Menentukan atribut yang mempengaruhi dalam menyusun prioritas untuk pemilihan merk *Excavator*

- 2) Mengidentifikasi alternatif merk *Excavator* yang paling sesuai untuk pertambangan sirtu
- 3) Menentukan atribut mana saja yang mempengaruhi prioritas tingkat susunan keputusan

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Lokasi penelitian berada di konsesi pertambangan PT.XYZ di Kabupaten Pasuruan Provinsi Jawa Timur
- 2) Pemilihan *Excavator* hanya 3 (tiga) jenis produk yang dianalisa.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini diharapkan berguna untuk:

- 1) Praktisi  
Bahan pertimbangan bagi pemilik dan pimpinan perusahaan dalam memilih *Excavator* yang sesuai dengan usaha pertambangan sirtu. Selain itu juga memperkenalkan metode AHP kepada perusahaan sebagai sarana untuk mengambil keputusan penentuan prioritas suatu alternatif pada kasus lain.
- 2) Pengembangan keilmuan  
Bahan informasi bagi penelitian lanjutan di bidang pertambangan sirtu atau galian C, investasi dan pembiayaan. Serta diharapkan juga dapat memberikan referensi kepada pihak lain yang akan melakukan penelitian terhadap *Excavator*

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada ini disajikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian dan sistematika penulisan.

## **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Pada bab ini dibahas kajian pustaka yang berasal dari berbagai literatur baik dari buku referensi maupun dari jurnal penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai dasar atau landasan teori dari seluruh proses yang dilakukan dalam penelitian ini.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini diuraikan langkah-langkah yang dilakukan selama penelitian guna menjawab permasalahan yang ditemukan dalam latar belakang. Bab ini meliputi jenis penelitian, variabel penelitian, data dan pengumpulan data serta analisisnya.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang deskripsi obyek penelitian, data-data yang diperoleh dalam penelitian, analisis dan hasil perhitungan yang dilakukan. Pada akhir bab ini dilakukan pembahasan terhadap hasil analisis serta keterbatasan yang ditemukan selama penelitian.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini diuraikan kesimpulan-kesimpulan terhadap keseluruhan pembahasan yang dilengkapi dengan saran-saran untuk perbaikan dalam penelitian di masa mendatang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Pertambangan**

Pertambangan adalah kegiatan untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam tambang (bahan galian) yang terdapat dalam bumi (Salim, 2009). Industri pertambangan adalah suatu industri dimana bahan galian mineral diproses dan dipisahkan dari material pengikut yang tidak diperlukan. Dalam industri mineral, proses untuk mendapatkan mineral-mineral yang ekonomis biasanya menggunakan metode ekstraksi, yaitu proses pemisahan mineral-mineral dari batuan terhadap mineral pengikut yang tidak diperlukan. Mineral-mineral yang tidak diperlukan akan menjadi limbah industri pertambangan dan mempunyai kontribusi yang cukup signifikan pada pencemaran dan degradasi lingkungan. Industri pertambangan sebagai industri hulu yang menghasilkan sumberdaya mineral dan merupakan sumber bahan baku bagi industri hilir yang diperlukan oleh umat manusia diseluruh dunia (Salim, 2009). Sementara sumber daya mineral itu sendiri dapat diartikan sebagai sumberdaya yang diperoleh dari hasil ekstraksi batuan-batuan yang ada di bumi.

Adapun jenis dan manfaat sumberdaya mineral bagi kehidupan manusia modern semakin tinggi dan semakin meningkat sesuai dengan tingkat kemakmuran dan kesejahteraan suatu negara (Salim, 2009).

##### **2.1.1 Tahapan Pertambangan**

Salim (2009) menyatakan bahwa dalam usaha pertambangan ada beberapa tahap yang harus dilalui terlebih dahulu sebelum menuai hasil ekonomis dari kegiatan pertambangan yaitu;

1. Penyelidikan umum merupakan usaha untuk menyelidiki secara geologi umum atau fisika, di daratan perairan dan dari udara, segala sesuatu dengan maksud untuk membuat peta geologi umum atau untuk

menetapkan tanda-tanda adanya bahan galian pada umumnya.

2. Usaha eksplorasi adalah segala penyelidikan geologi pertambangan untuk menetapkan lebih teliti/seksama adanya sifat letakan bahan galian.
3. Usaha eksploitasi adalah usaha pertambangan dengan maksud untuk menghasilkan bahan galian dan memanfaatkannya.
4. Operasi produksi adalah tahapan kegiatan usaha pertambangan yang meliputi konstruksi, pertambangan, pengolahan, pemurnian, termasuk pengangkutan dan penjualan, serta sarana pengendalian dampak lingkungan sesuai dengan hasil studi kelayakan.
5. Konstruksi adalah kegiatan usaha pertambangan untuk melakukan pembangunan seluruh fasilitas operasi produksi, termasuk pengendalian dampak lingkungan.
6. Usaha pengolahan dan pemurnian adalah pengerjaan untuk mempertinggi mutu bahan galian serta untuk memanfaatkan dan memperoleh unsur-unsur yang terdapat pada bahan galian.
7. Usaha pengangkutan adalah segala usaha pemindahan bahan galian dan hasil pengolahan serta pemurnian bahan galian dari daerah eksplorasi atau tempat pengolahan/pemurnian.
8. Usaha penjualan adalah segala sesuatu usaha penjualan bahan galian dan hasil pengolahan/pemurnian bahan galian.

### **2.1.2. Penggolongan Hasil Tambang**

Dalam penggolongan hasil tambang, Ngadiran dalam (Salim, 2009) menjelaskan bahwa izin usaha pertambangan meliputi izin untuk memanfaatkan bahan galian tambang yang bersifat ekstraktif seperti bahan galian tambang golongan A, golongan B, maupun golongan C. Ada banyak jenis sumberdaya alam bahan tambang yang terdapat di bumi Indonesia. Dari sekian jenis bahan tambang yang ada itu di bagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Bahan galian strategis golongan A, terdiri atas: minyak bumi, aspal, antrasit, batu bara, batu bara muda, batu bara tua, bitumen, bitumen cair, bitumen padat, gas alam, lilin bumi, radium, thorium, uranium, dan bahan-

- bahan galian radio aktif lainnya (antara lain kobalt, nikel dan timah)
2. Bahan galian vital golongan B, terdiri atas: air raksa, antimon, aklor, arsin, bauksit, besi, bismut, cerium, emas, intan, khrom, mangan, perak, plastik, rhutenium, seng, tembaga, timbal, titan/titanium, vanadium, wolfram, dan bahan-bahan logam langka lainnya (antara lain barit, belerang, berrilium, fluorspar, brom, koundum, kriolit, kreolin, kristal, kwarsa, yodium, dan zirkom)
  3. Bahan galian golongan C, terdiri atas; pasir, tanah uruk, dan batu kerikil. Bahan ini merupakan bahan tambang yang tersebar di berbagai daerah yang ada di Indonesia.

Berdasarkan jenis pengelolaannya, kegiatan pertambangan terdiri atas dua macam yaitu kegiatan pertambangan yang dilakukan oleh badan usaha yang ditunjuk secara langsung oleh negara melalui Kuasa Pertambangan maupun Kontrak Karya, dan pertambangan yang dilakukan oleh rakyat secara manual. Kegiatan pertambangan oleh badan usaha biasanya dilakukan dengan menggunakan teknologi yang lebih canggih sehingga hasil yang diharapkan lebih banyak dengan alokasi waktu yang lebih efisien, sedangkan pertambangan rakyat merupakan aktivitas pertambangan dengan menggunakan alat-alat sederhana. Emas sebagai salah satu sumberdaya yang tidak dapat diperbaharui (*non renewable resources*) seperti mineral disebut juga sumberdaya terhabiskan (*depletable*) adalah sumberdaya alam yang tidak memiliki kemampuan regenerasi secara biologis maka suatu saat akan habis.

Selain itu sumberdaya mineral memerlukan waktu yang lama untuk siap ditambang. Sebagai basis dari teori ekstraksi sumberdaya alam tidak pulih secara optimal adalah model Hotteling yang telah dikembangkan oleh Harold Hotteling (1931). Prinsip model Hotteling adalah bagaimana mengekstrak sumberdaya mineral secara optimal dengan kendala stok dan waktu. Aplikasi dari teori ini adalah bagi pihak perusahaan pertambangan, untuk mendapatkan produksi sumberdaya mineral secara optimal harus mampu menentukan berbagai faktor produksi yang tepat dengan kendala waktu dan stok (*deposit*). Sedangkan bagi pihak pemilik sumberdaya dalam hal ini negara harus bersikap mengabaikan

(*indifferent*) terhadap sumberdaya mineral, apakah akan mengekstrak sekarang atau pada masa yang akan datang.

Jadi sebagai pengambil kebijakan peran negara sangat menentukan terhadap eksploitasi sumberdaya mineral yang tidak semata-mata berorientasi ekonomi (*economic oriented*) tetapi juga harus mempertimbangkan secara cermat dampak lingkungan, social, kesiapan kelembagaan baik pemerintah maupun masyarakat.

### **2.1.3 Pengertian Pemilik Konsesi Pertambangan Sirtu (Pasir Batu)**

Pengertian dari pemilik konsesi pertambangan sirtu menurut (Pemerintah Republik Indonesia, 2009) adalah perusahaan atau badan usaha yang memiliki izin untuk melaksanakan usaha pertambangan sirtu yang melewati 2 tahapan yaitu 1).Izin Usaha Pertambangan (IUP) Eksplorasi yaitu izin usaha yang diberikan untuk melakukan kegiatan penyelidikan umum, eksplorasi dan study kelayakan. 2). Izin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi yaitu izin usaha yang diberikan setelah selesai pelaksanaan IUP Eksplorasi untuk melakukan tahapan kegiatan operasi produksi.

### **2.1.4 Pengertian Kontraktor Pertambangan Sirtu (Pasir Batu)**

Pengertian kontraktor pertambangan sirtu menurut (Pemerintah Republik Indonesia, 2009) adalah Badan usaha yang bergerak dibidang pertambangan atau jasa pertambangan atau jasa penunjang yang berkaitan dengan kegiatan usaha pertambangan

## **2.2 Pekerjaan Pertambangan**

Pada umumnya pekerjaan pertambangan meliputi proses pembongkaran. Pembongkaran adalah merupakan serangkaian pekerjaan yang dilakukan untuk membebaskan batuan atau endapan bijih dari batuan induknya yang kompak (*masive*).



### 2.2.1 Pengelolaan Alat Gali Pertambangan

Untuk melakukan pertambangan diperlukan alat-alat yang sesuai dan tepat untuk berbagai macam batuan. Pemilihan alat-alat yang akan dipakai tergantung dari faktor-faktor teknik (misalnya jenis dan lokasi batuan) dan ekonomis (misalnya, harga alat, biaya pembongkaran persatuan volume, serta biaya pemeliharaan alat). Hal ini sangat penting, karena kesalahan dalam memilih alat terutama jenis dan kemampuannya dapat mengakibatkan kesalahan-kesalahan lain dan bahkan kerugian materi yang tidak sedikit.

Manager atau pengelola peralatan harus mampu secara baik dan benar dalam hal (Rochmanhadi, 1998)

1. Merencanakan penggunaan alat
2. Melaksanakan pemilihan alat
3. Memilih metode pelaksanaan pekerjaan

### 2.2.2 Pertimbangan Pemilihan Alat Gali Pertambangan

Beberapa hal yang perlu di perhatikan dalam melakukan pemilihan alat gali (Martin, 1982) antara lain :

#### 1. *Material characteristics of the mine*

Pemilihan alat gali harus melihat dari karakteristik material yang akan di gali, apakah material itu batuan, tanah, material padat atau material lepas, karena akan sangat berpengaruh terhadap produktivitas alat.

#### 2. *Loading equipment*

Alat loading yang cocok untuk medan kerja juga perlu diperhatikan, apakah menggunakan *backhoe* atau *front shovel* tergantung dari kontur medan tambang.

#### 3. *Haul route requirement*

Rute jalan juga perlu diperhatikan dalam pemilihan alat, tanjakan dan tikungan akan mempengaruhi kemampuan alat tersebut karena beban akan beraat ketika bekerja di jalan menikung dan menanjak. Semakin jauh haul route juga akan membuat alat bekerja ekstra berat.

4. *Maneuvering space*

Diartikan luasan area yang dibutuhkan untuk alat gali melakukan manuver pergerakan dalam beroperasi. Semakin luas area maka akan semakin mudah untuk melakukan manuver. Hal ini biasanya berkaitan dengan pemilihan *size* unit, apabila area sempit maka diperlukan unit yang lebih kecil sehingga tidak kesulitan manuver.

5. *Dumping conditions*

Kondisi buangan material juga perlu dipertimbangkan, buangan yang luas dan memiliki struktur tanah yang keras akan lebih mudah dalam operasionalnya.

6. *Capacity*

Kapasitas dari alat gali akan mempengaruhi produksi yang dihasilkan dalam target waktu tertentu.

7. *Engine power and altitude limitation*

Semakin besar power engine akan semakin kuat dalam melakukan *digging force*, tetapi perlu diperhatikan bahwa power semakin besar maka konsumsi bahan bakar juga akan meningkat. Ketinggian unit akan menjadi pertimbangan sesuai dengan area yang akan di gali.

8. *Final drive gear ratios*

Akan berpengaruh terhadap kecepatan dan kemampuan unit dalam melakukan perpindahan dari satu tempat ke tempat yang lain.

9. *Mechanical or electrical drive system*

Disini akan secara langsung mempengaruhi kemudahan pengoperasian dari suatu alat gali, semakin tinggi teknologi akan semakin mudah dioperasikan tetapi biasanya memerlukan pengetahuan yang lebih bagi operator.

10. *Tires size, tread and ply rating*

Untuk alat yang menggunakan *tyre* sebagai media perpindahan, perlu diperhatikan adalah ukuran, model atau bentuk tread serta *ply rating* karena hal ini mempengaruhi produktivitas. Untuk area yang keras aplikasinya berbeda dengan *tyre* yang digunakan untuk tanah yang cenderung lembek.

### 2.2.3 Spesifikasi Alat Gali Pertambangan (*Hidraulic Excavator*)

*Excavator* atau sering disebut dengan *Backhoe* termasuk dalam alat penggali hidrolis memiliki bucket yang dipasangkan di depannya. Alat penggerakanya traktor dengan roda ban atau *crawler*. *Backhoe* bekerja dengan cara menggerakkan bucket ke arah bawah dan kemudian menariknya menuju badan alat. Sebaliknya *front shovel* bekerja dengan cara menggerakkan bucket ke arah atas dan menjauhi badan alat. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa *backhoe* menggali material yang berada di bawah permukaan di mana alat tersebut berada, sedangkan *front shovel* menggali material di permukaan dimana alat tersebut berada. Pengoperasian *backhoe* umumnya untuk penggalian saluran, terowongan, atau basement. *Backhoe* beroda ban biasanya tidak digunakan untuk penggalian, tetapi lebih sering digunakan untuk pekerjaan umum lainnya. *Backhoe* digunakan pada pekerjaan penggalian di bawah permukaan serta untuk penggalian material keras. Dengan menggunakan *backhoe* maka akan didapatkan hasil galian yang rata. Pemilihan kapasitas bucket *backhoe* harus sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan.



Gambar 2.1. *Backhoe*

Backhoe terdiri dari enam bagian utama, yaitu struktur atas yang dapat berputar, boom, lengan (arm), bucket, slewing ring, dan struktur bawah. Boom, lengan dan bucket digerakkan oleh sistem hidrolis. Struktur bawah adalah penggerak utama yang dapat berupa roda ban atau roda crawler. Ada enam gerakan dasar yang mencakup gerakan 24 gerakan pada masing-masing bagian, yaitu :

- a) Gerakan boom : merupakan gerakan boom yang mengarahkan bucket menuju tanah galian.
- b) Gerakan bucket menggali : merupakan gerakan bucket saat menggali material.
- c) Gerakan bucket membongkar : adalah gerakan bucket yang arahnya berlawanan dengan saat menggali.
- d) Gerakan lengan : merupakan gerakan mengangkat lengan dengan radius sampai 100°.
- e) Gerakan slewing ring : gerakan pada as yang bertujuan agar bagian atas backhoe dapat berputar 360°.
- f) Gerakan struktur bawah : dipakai untuk perpindahan tempat jika area telah selesai digali.

Cara kerja *backhoe* pada saat penggalian adalah sebagai berikut :

- a) Boom dan bucket bergerak maju.
- b) Bucket digerakkan menuju alat.
- c) Bucket melakukan penetrasi ke dalam tanah.
- d) Bucket yang telah penuh diangkat.
- e) Struktur atas berputar.
- f) Bucket diayun sampai material di dalamnya keluar.

### 2.3 Analisis Pasar

Analisis pasar dalam studi rancangan usaha menempati posisi yang penting, karena sebagai titik tolak penilaian apakah suatu usaha akan dapat berkembang, tetap seperti saat didirikan, atau bahkan cenderung akan mengalami penurunan. Pada tahap ini besarnya permintaan produk serta kecenderungan perkembangan permintaan yang akan datang selama usaha yang dijalankan perlu dianalisis dengan cermat. Tanpa perkiraan jumlah permintaan produk yang cermat dikemudian hari usaha dapat terancam yang disebabkan karena kekurangan atau kelebihan permintaan. Tidak sedikit suatu usaha yang berjalan tersendat-sendat hanya karena permintaan produknya jauh lebih kecil dari perkiraan, ataupun karena sebelum mengembangkan usaha tidak dilakukan analisis perkiraan permintaan. Kekurangan permintaan produk mengakibatkan

mesin dan peralatan bekerja di bawah kapasitas, jumlah karyawan yang berlebihan, organisasi perusahaan tidak sepadan sehingga beban biaya menjadi berat. Oleh karena itu, maka analisis aspek pasar dalam studi rancangan usaha menjadi sangat penting untuk dilakukan.

### **1. Luas Pasar**

Luas pasar bagi perusahaan tidak selalu berarti penjumlahan seluruh populasi penduduk. Populasi penduduk tidak selalu berarti populasi pasar. Populasi pasar (*Market population*) atau sering disebut sebagai potensial pasar adalah keseluruhan permintaan terhadap produk tertentu pada wilayah dan periode waktu yang berbeda pula.

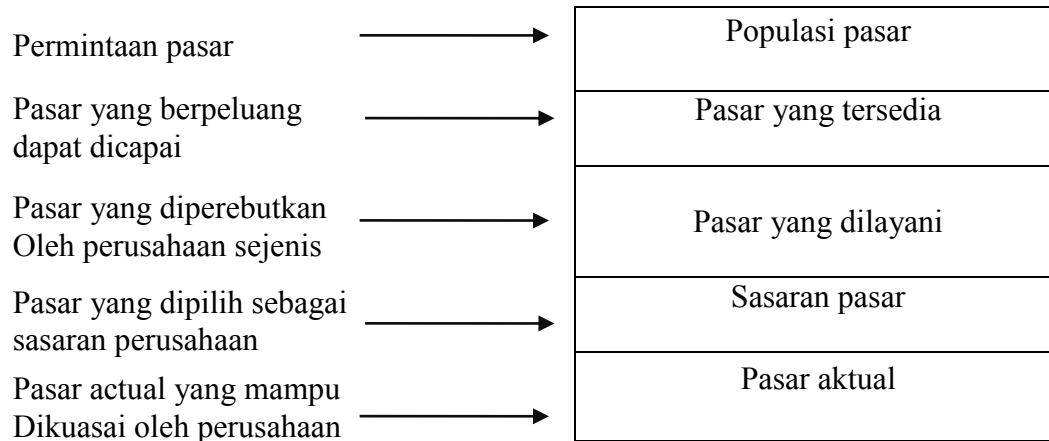
Tidak semua potensi permintaan tersebut mampu dicapai (*acesable*) atau dilayani oleh industri produk tertentu (keseluruhan perusahaan sejenis). Dan juga tidak semua total pasar tersebut sesuai dengan kapasitas total perusahaan maupun tujuan perusahaan, bagi pasar potensial ini merupakan bagian pasar yang tersedia (*available market*) bagi perusahaan.

Dari potensi pasar yang tersedia tidak semua permintaannya dapat dipenuhi oleh perusahaan produk tertentu karena diperlukan beberapa persyaratan tertentu, misalnya kualitas produk. Sehingga perlu dibedakan lagi pasar yang tersedia dan sekaligus juga memenuhi persyaratan (*qualified available market*) tertentu.

Meskipun demikian, bagian pasar yang tersedia tersebut itupun masih pula diperebutkan oleh pesaing-pesaing perusahaan. Sehingga dapat terjadi, bagian pasar yang dilayani (*served marked*) perusahaan akan menjadi kecil. Dan juga tidak semua bagian pasar yang dilayani akan menjadikan sasaran (*target*) pasar bagi perusahaan sesuai dengan kemampuan maupun tujuan perusahaan.

Bagi pasar (*target market*) yang akan dilayani perusahaan adalah sasaran yang merupakan rencana penguasaan pasar. Akan tetapi dalam realisasi, dapat terjadi penguasaan pasar yang dicapai dapat lebih rendah dari rencana. Bagian pasar yang dapat dikuasai adalah pasar actual yang direalisasikan. Bagian ini bila dibandingkan dengan pasar yang dapat dipenuhi oleh keseluruhan industri adalah kemampuan penguasaan perusahaan atas pasar (*market share*).

Secara ringkas beberapa pengertian tentang tingkatan luas bagian-bagian pasar dapat ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 2.2 Tingkatan Luas Pasar

## 2. Analisis Potensi Pasar (*Market Share* Perusahaan)

Bagian pasar yang mampu dikuasai oleh perusahaan apabila dibandingkan dengan penjualan seluruh industrinya (total penjualan perusahaan yang sejenis) dikenal sebagai *market share*. Sehingga dapat dikatakan bahwa *market share* merupakan proporsi kemampuan perusahaan terhadap keseluruhan penjualan seluruh pesaing, termasuk penjualan perusahaan itu sendiri. Tingkat *market share* ditunjukkan dan dinyatakan dalam angka persentase.

Atas dasar angka tersebut dapat diketahui kedudukan perusahaan dan juga kedudukan pesaing-pesaingnya dipasar. Sehingga seringkali tingkat *market share* dapat dipergunakan dalam pedoman atau standart keberhasilan pemasaran perusahaan dalam kedudukannya dengan pesaing-pesaingnya.

*Market-Share* (absolute maupun relatif) yang merupakan indikator perusahaan yang mampu menjelaskan tentang :

1. Kemampuan perusahaan menguasai pasar.

Kemampuan penguasaan pasar dapat dipandang sebagai salah satu indikator keberhasilan. Tujuan perusahaan pada umumnya adalah mempertahankan atau meningkatkan tingkat *market share*, sehingga

pencapaian tujuan berarti juga dianggap sebagai keberhasilan perusahaan.

2. Kedudukan (posisi) perusahaan di pasar persaingan.

Berdasar tingkat market share, kedudukan masing-masing perusahaan dapat dilakukan urutan atau rangkingnya dalam pasar persaingan.

Secara berturut-turut posisi perusahaan dapat dibedakan sebagai :

*Marker Leader, Challenger, Follower, dan Market Nicher.*

Perlu memilih dan menentukan perusahaan-perusahaan lain yang dianggap sebagai pesaing perusahaan. Rasio ini dikenal sebagai *Relative Market Share*.

## 2.4 Positioning

Hal yang paling penting dalam proses STP (*Segmenting, Targeting, Positioning*) adalah mencoba menempatkan produk di benak konsumen dengan ciri-ciri yang untuk yang bisa dibedakan dengan produk lainnya atau disebut positionning. Positioning merupakan cara pemasar menanamkan citra, persepsi dan imajinasi atas produk yang ditawarkan kepada konsumen melalui proses komunikasi. Positioning tidak sama dengan segmentasi baik difersniasi ataupun konsentrasi. Dengan perkataan lain, positionning bukan menempatkan produk untuk kelompok tertentu tetapi berusaha menanamkan citra produk di benak konsumen pada segmen yang telah dipilih. Positioning berhubungan bagaimana memainkan komunikasi agar dalam benak konsumen tertanam suatu citra tertentu.

Menurut (Kotler 2006) mengatakan bahwa *positioning* adalah suatu tindakan atau langkah-langkah yang dilakukan oleh perusahaan dalam upaya penawaran nilai dimana dalam satu segmen tertentu konsumen mengerti dan menghargai apa yang dilakkan suatu perusahaan dibandingkan dengan pesaingnya. Jadi *positioning* bukan menciptakan produk dengan menempatkan pada segmen tertentu, tetapi positioning menempatkan produk di benak konsumen pada segmen tertentu dengan cara komunikasi. Komunikasi yang dibangun oleh pemasar harus menciptakan hubungan yang positif.

### 2.4.1 Bentuk-bentuk Strategi *Positioning*

*Positioning* adalah tindakan merancang penawaran dan citra perusahaan sehingga menempati suatu posisi kompetitif yang berarti dan berada dalam benak pelanggan sasaran (Kotler, 1997). *Positioning* merupakan elemen yang sangat utama dalam suatu strategi pemasaran. Sebuah perusahaan dapat menentukan posisinya melalui persepsi pelanggan terhadap produknya dan produk pesaingnya sehingga akan dihasilkan peta persepsi. Dengan menggunakan informasi dari peta persepsi itu, dapat dikenali berbagai strategi penentuan posisi antara lain :

1. Penetapan posisi menurut atribut  
Perusahaan memposisikan dirinya berdasarkan atribut atau fitur spesifik, misalnya ukuran, keamanan, komposisi bahan, pengalaman dalam bidang yang digeluti dan seterusnya.
2. Penentuan posisi menurut manfaat  
Dalam pengertian ini produk diposisikan sebagai pemimpin dalam suatu manfaat tertentu.
3. Penentuan posisi menurut penerapan dan penggunaan  
Produk diposisikan sebagai alternatif terbaik untuk situasi pemakaian atau aplikasi tertentu.
4. Penentuan posisi menurut pemakai  
Produk diposisikan sebagai pilihan terbaik untuk kelompok pemakai tertentu.
5. Penentuan posisi menurut pesaing  
Klaim produk dihubungkan dengan posisi persaingan terhadap pesaing utama.
6. Penentuan posisi menurut kategori produk  
Produk diposisikan sebagai pemimpin dalam kategori produk tertentu.
7. Penentuan posisi menurut harga  
Perusahaan berusaha menciptakan kesan/citra berkualitas tinggi lewat harga premium atau sebaliknya menekankan harga murah sebagai indikator nilai.



Setelah menentukan dan memilih pasar sasaran, maka langkah selanjutnya adalah menentukan strategi pokok untuk masuk ke dalam persaingan bisnis dan pasar yaitu :

- a. Memposisikan produk di pasar sebagai langkah merebut pasar di pikiran konsumen (*mind share*).
- b. Strategi diferensiasi produk (*differentiation*) sebagai langkah strategis untuk membedakan produk dengan produk pesaing dalam pikiran konsumen (*mind share*).
- c. Strategi penguatan merek (*branding*) dari produk sebagai langkah strategis untuk menahan konsumen agar tetap loyal, setia, bangga, dan puas dengan cara memasarkan dan menjual secara *experiential* (pengalaman) dan *emotional* (emosi) di hati para calon konsumennya (*heart share*).

## **2.5 Investasi dan Jenisnya**

Salim (2008) mengemukakan pengertian investasi ialah penanaman modal yang dilakukan oleh investor, baik investor asing maupun domestik dalam berbagai bidang usaha yang terbuka untuk investasi, yang bertujuan untuk memperoleh keuntungan. Penanaman modal atau penanaman uang dalam proses produksi dengan membeli gedung-gedung, mesin-mesin, bahan-bahan cadangan, penyelenggaraan uang kas serta perkembangannya. Dalam hal ini cadangan modal barang diperbesar selama tidak ada modal barang yang harus diganti. Hakikat investasi dalam definisi ini adalah penanaman modal yang dipergunakan untuk proses produksi.

### **2.5.1 Jenis-jenis Investasi**

Jenis-jenis investasi dapat digolongkan berdasarkan aset, pengaruh, ekonomi, menurut sumbernya dan cara penanamannya.

#### **1. Jenis Investasi Berdasarkan Asetnya**

Jenis investasi berdasarkan asetnya merupakan penggolongan investasi dari aspek modal atau kekayaan. Investasi berdasarkan asetnya terbagi atas dua

jenis, yaitu real asset dan financial asset. *Real Asset* adalah investasi yang berwujud seperti gedung-gedung, kendaraan dan lain sebagainya, sedangkan *Financial Asset* merupakan dokumen (surat-surat) klaim tidak langsung dari pemegangnya terhadap aktivitas riil pihak yang menerbitkan sekuritas tersebut.

## 2. Jenis Investasi Berdasarkan Pengaruhnya

Jenis investasi menurut pengaruhnya merupakan investasi yang didasarkan pada faktor-faktor yang memengaruhi atau tidak berpengaruh dari kegiatan investasi. Jenis investasi berdasarkan pengaruhnya dapat dibagi lagi menjadi dua macam, yaitu investasi *autonomus* (berdiri sendiri) dan investasi *induces* (memengaruhi atau menyebabkan).

*Investasi autonomus* adalah investasi yang tidak dipengaruhi oleh tingkat pendapatan, bersifat spekulatif. Contoh investasi ini : pembelian surat-surat berharga. *Investasi induced* ialah investasi yang dipengaruhi kenaikan permintaan akan barang dan jasa serta tingkat pendapatan. Contoh investasi ini : penghasilan transitori, yaitu penghasilan yang diperoleh selain dari bekerja, seperti bunga dan sebagainya.

## 3. Jenis Investasi Berdasarkan Sumber Pembiayaannya

Jenis investasi berdasarkan sumber pembiayaannya merupakan investasi yang asing dan investasi yang bersumber dari modal dalam negeri.

## 4. Jenis Investasi Berdasarkan Bentuknya

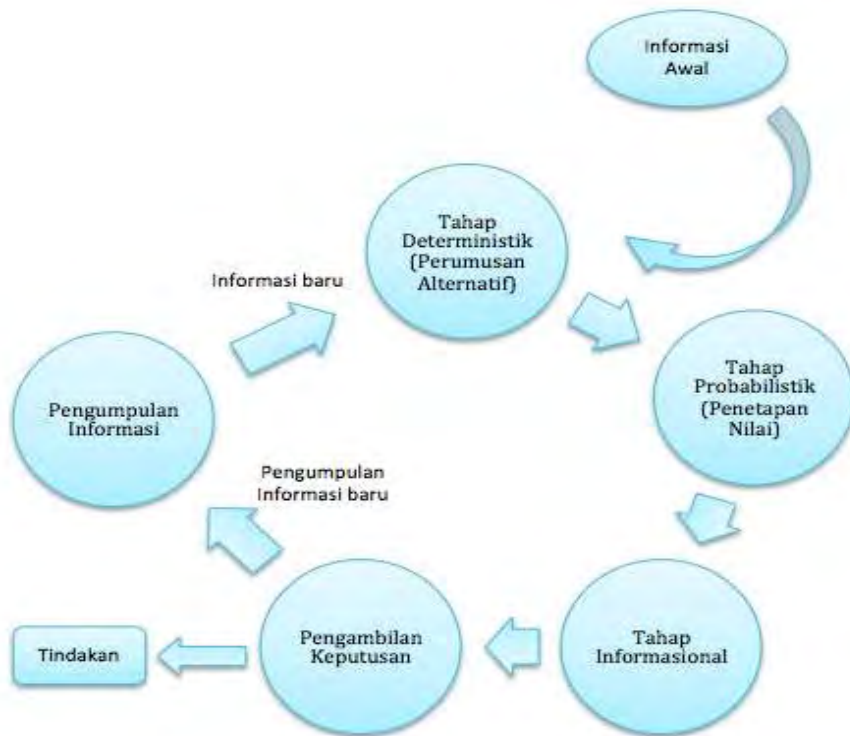
Jenis investasi berdasarkan bentuknya merupakan investasi yang didasarkan pada cara menanamkan investasinya. Jenis investasi ini dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu investasi portofolio dan investasi langsung. Investasi portofolio dilakukan melalui pasar modal dengan instrumen surat berharga, contohnya seperti saham dan obligasi. Investasi langsung merupakan bentuk investasi yang dilakukan dengan membangun, membeli total, atau mengakuisi suatu perusahaan.

## 2.6 Pengambilan Keputusan

Dalam kehidupan sehari-hari pengambilan keputusan sering menggunakan intuisi, padahal kita mengetahui bahwa dengan intuisi banyak sekali kekurangan sehingga dikembangkan sistematisa baru yang disebut dengan analisis keputusan. Ada tiga aspek yang memiliki peranan dalam analisis keputusan yaitu, kecerdasan, persepsi dan falsafah. Setelah menggunakan kecerdasan, persepsi dan falsafah untuk membuat model, menentukan nilai kemungkinan, menetapkan nilai pada hasil yang diharapkan dan menjajaki preferensi terhadap waktu dan preferensi terhadap resiko, maka untuk sampai pada suatu keputusan diperlukan logika.

Dari informasi awal yang dikumpulkan, dilakukan pendefinisian dan penghubungan variabel-variabel yang mempengaruhi keputusan pada **tahap deterministik**. Setelah itu, dilakukan penetapan nilai untuk mengukur tingkat kepentingan variabel-variabel tersebut tanpa memperhatikan unsur ketidakpastian. Pada **tahap probalistik**, dilakukan penetapan nilai ketidakpastian secara kuantitatif yang meliputi variabel-variabel yang sangat berpengaruh. Setelah didapatkan nilai-nilai variabel, selanjutnya dilakukan peninjauan terhadap nilai-nilai tersebut pada tahap informasional untuk menentukan nilai ekonomisnya pada variabel-variabel yang cukup berpengaruh, sehingga didapatkan suatu keputusan.

Keputusan yang dihasilkan dari tahap informasional dapat langsung ditindaklanjuti berupa tindakan, atau dapat dikaji ulang dengan mengumpulkan informasi tambahan dengan tujuan untuk mengurangi kadar ketidakpastian. Dan jika hal ini terjadi, maka akan kembali mengikuti ketiga tahap tersebut, begitu seterusnya. Berikut ini adalah gambar garis besar langkah-langkah siklus analisis keputusan rasional.

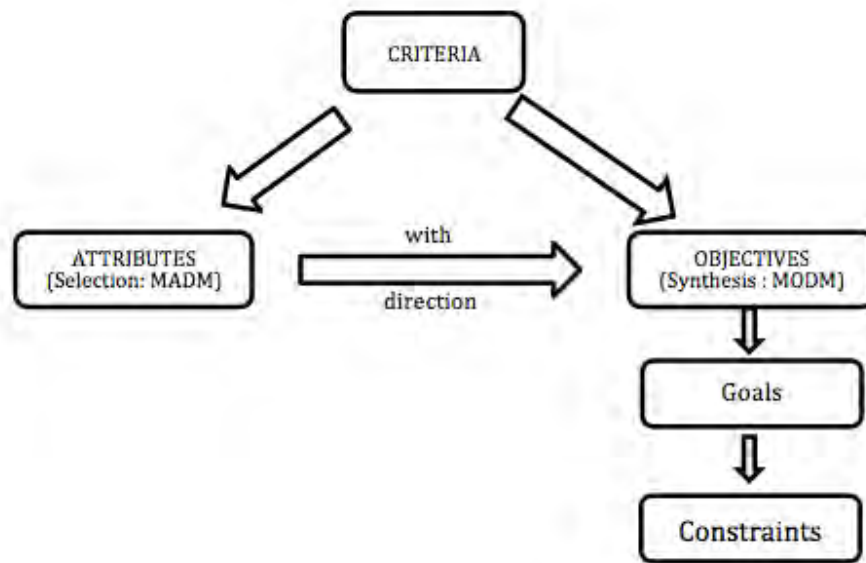


Gambar 2.3. Garis Besar Langkah-Langkah Siklus Analisis Keputusan Rasional.  
(Sumber Mangkusubroto, dan Trisnadi, 1987)

### 2.6.1 Klasifikasi Pengambilan Keputusan

Pada umumnya pengambilan keputusan seringkali melibatkan banyak atribut yang dapat memunculkan pertentangan antar atribut yang ditetapkan (Sen,1998), hal tersebut dapat diklasifikasikan secara luas pada salah satu dari dua tipe prioritas dibawah ini.

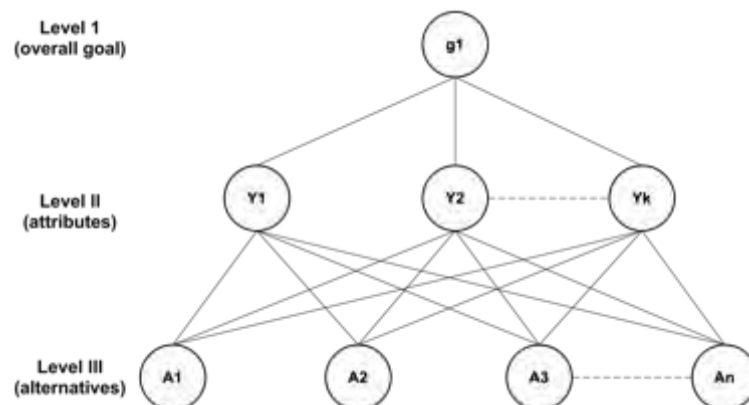
1. Penentuan sebuah alternative berdasarkan pada prioritas atribut dari beberapa alternative (*Multiple Attribute Decision Making* atau MADM).
2. Pemilihan sebuah atau beberapa alternatif berdasarkan pada prioritas tujuan (*Multiple Objective Decision Making* atau MODM).



Gambar 2.4. Klasifikasi Pengambilan Keputusan (Sumber; Sen, 1998)

### 2.6.2 Pengambilan Keputusan dengan Multiple Attribute Decision Making (MADM)

Pada umumnya problem yang timbul dari *multiple attribute decision making* (MADM) yaitu membandingkan sebuah bilangan terbatas dari beberapa rencana alternative dan beberapa performa atribut (sen, 1998) gambar 2.3 memperlihatkan permasalahan MADM dengan  $n$  alternative ( $a_i, i = 1, \dots, n$ ) dan  $k$  atribut ( $y_j, j = 1, \dots, k$ ).

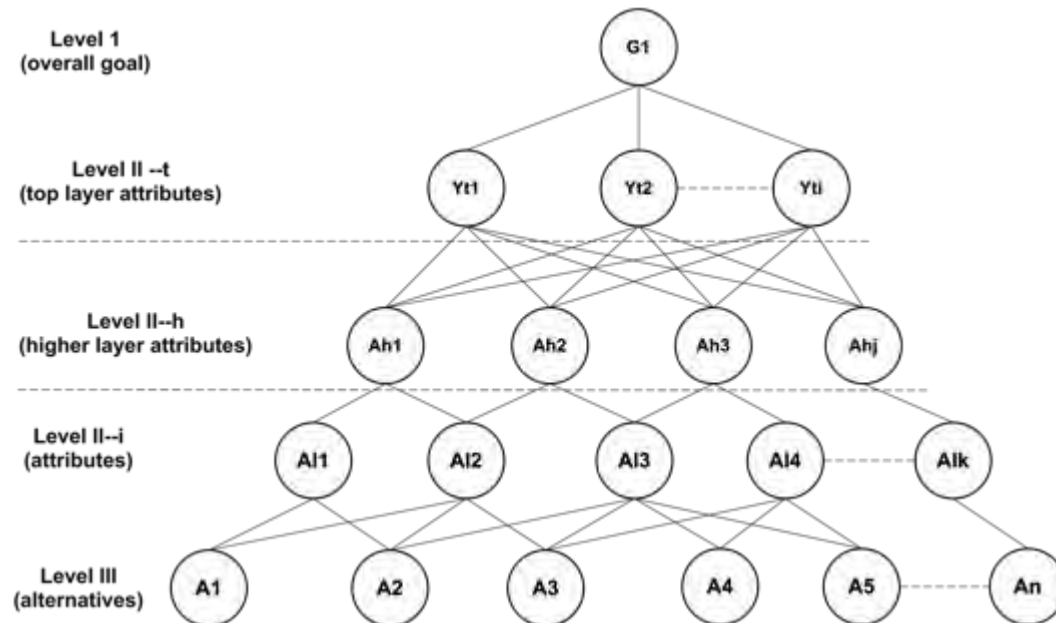


Gambar 2.5. Hirarki Dengan Struktur Atribut Lapisan Tunggal dan Perbandingan yang Lengkap (Sumber: Sen, 1998)

Untuk setiap pasang alternatif ( $a_i, a_j, i=1, \dots, n; i \neq j$ ) dibandingkan dengan setiap atribut ( $y_j, j=1, \dots, k$ ). jika  $m_{ij}$  mewakili tingkat kepentingan  $a_i$  dari  $a_j$  dibandingkan dengan atribut  $y_j$  dapat dirumuskan seperti pada persamaan dibawah ini. Permasalahan MADM diwakili oleh  $k$  matrik perbandingan berpasangan untuk  $k$  atribut.

$$M = \{m_{ij}\}_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & m_{12} & \dots & m_{1n} \\ m_{21} & 1 & \dots & m_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{n1} & m_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Dimana :  $m_{ih} = 1/m_{hi}$  untuk semua  $i, h=1, \dots, n$ ; berupa perbandingan simetri. Gambar 2.5 memperlihatkan permasalahan hirarki MADM yang lebih umum dengan struktur atribut banyak lapisan, banyak pengambilan keputusan dan perbandingan berpasangan yang tidak lengkap yang mengimplikasikan bahwa tidak semua dari tingkat beberapa atribut paling bawah (atau beberapa alternatif) berhubungan dengan beberapa atribut yang berada di atasnya.



Gambar 2.6 Hirarki Dengan Struktur Atribut Banyak Lapisan dan Perbandingan yang Tidak Lengkap (Sumber: Sen, 1998)

Pengaturan dari sebuah permasalahan MADM dengan  $n$  alternatif berdasarkan pada  $k$  atribut dapat diwakili dengan menggunakan matrik keputusan seperti diperlihatkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Matrik Keputusan

Alternatif	Atribut			
	$Y_1$	$Y_2$	...	$Y_k$
$A_1$	$Y_{11}$	$Y_{21}$	...	$Y_{1k}$
$A_2$	$Y_{21}$	$Y_{22}$	...	$Y_{2k}$
...	...	...	...	...
$A_n$	$Y_{n1}$	$Y_{n2}$	...	$Y_{nk}$

### 2.6.3 Metode Delphi

Metode Delphi adalah suatu metode dimana dalam proses pengambilan keputusan melibatkan beberapa pakar. Adapun para pakar tersebut tidak dipertemukan secara langsung (tatap muka), dan identitas dari masing-masing pakar disembunyikan sehingga setiap pakar tidak mengetahui identitas pakar yang lain. Hal ini bertujuan untuk menghindari adanya dominasi pakar lain dan dapat meminimalkan pendapat yang bias.

Metode Delphi dikembangkan oleh Derlkey dan asosiasinya di Rand Corporation, California pada tahun 1950-an. Metode Delphi merupakan metode yang menyelaraskan proses komunikasi komunikasi suatu grup sehingga dicapai proses yang efektif dalam mendapatkan solusi masalah yang kompleks. Teori Delphi ini sangat baik untuk memecahkan masalah yang bersifat general, dimana rencana kebijakan tersebut berkaitan erat dengan ahli-ahli bidang tertentu. Karena dari setiap ahli pada bidang tertentu akan dapat mengeluarkan aspirasinya yang memiliki kemampuan dari segi yang didalamnya. Selain itu, metode ini tidak memperhatikan nama dari ahli untuk mencegah pengaruh besar satu anggota terhadap anggota yang lainnya, dan masing-masing responden memiliki waktu yang cukup untuk mempertimbangkan masing-masing bagian dan jika perlu melihat informasi yang diperlukan untuk mengisi kuisisioner sehingga dapat menghindari tekanan fisik dan mental.

Prosedur Delphi mempunyai ciri-ciri yaitu :

1. Mengabaikan nama

2. Iterasi dan *feedback* yang terkontrol

3. Respon kelompok secara statistik

Jumlah dari iterasi kuesioner Delphi bisa tiga sampai lima tergantung pada derajat kesesuaian dan jumlah penambahan informasi selama berlaku. Umumnya kuesioner pertama menanyakan kepada individu untuk merespon pertanyaan dalam garis besar. Setiap subsequent kuisisioner dibangun berdasarkan respon kuisisioner pendahuluan. Proses akan berhenti ketika konsensus mendekati partisipan, atau ketika penggantian informasi cukup berlaku.

Ada 4 (empat) tahap penting dalam metode Delphi, yaitu :

1. Eksplorasi pendapat

Dalam hal ini, tim investigasi mengirimkan beberapa pertanyaan kepada para pakar terkait dengan masalah yang dihadapinya. Pertanyaan-pertanyaan tersebut dapat disampaikan secara tertulis (surat atau email) atau secara lisan (telepon). Para pakar diminta menjawab semua pertanyaan dan mengirimkannya kembali kepada tim investigasi.

2. Merangkum pendapat para pakar dan mengkomunikasikannya kembali

Semua pendapat yang masuk, dirangkum oleh tim investigasi dan dikirimkan kembali ke semua pakar, sehingga masing-masing pakardapat mengetahui pendapat pakar lain. Setiap pakar diberi kebebasan untuk tetap mempertahankan pendapatnya atau bahkan merubah pendapatnya berdasarkan sudut pandang pakar lain, dan mengirimkannya kembali kepada tim investigasi.

3. Informasi dari ahli mengenai alasan terkait atas pendapatnya

Revisi pendapat pada tahap dua memberi dua kemungkinan hasil yaitu pendapat yang konvergen atau divergen. Jika terdapat pendapat yang agak berbeda dari pendapat lain, tim investigasi kembali mencari informasi mengenai alasan pakar atas pendapat yang disampaikan.

4. Evaluasi

Proses berlangsung hingga tim investigasi merasa yakin bahwa semua pendapat merupakan hasil pemikiran yang matang.



#### 2.6.4 Prosedur Delphi

Prosedur Delphi mempunyai ciri-ciri yaitu (1) mengabaikan nama, (2) iterasi dan *feedback* yang terkontrol, (3) respon kelompok secara statistik (Chang et al, 1993). Jumlah dari iterasi kuesioner Delphi bisa tiga sampai lima tergantung pada derajat kesesuaian dan jumlah penambahan informasi selama berlaku. Umumnya kuesioner pertama menanyakan pada individu untuk merespon pertanyaan dalam garis besar. Setiap subsequent kuesioner dibangun berdasarkan respon kuesioner pendahuluan. Proses akan berhenti ketika konsensus mendekati partisipan, atau ketika penggantian informasi cukup berlaku.

Prosedur Delphi adalah sebagai berikut (Marimin, 2004):

1. Mengembangkan pertanyaan  
Langkah ini dimulai dengan memformulasikan garis besar pertanyaan oleh pembuat keputusan. Jika responden tidak mengerti garis besar pertanyaan maka masukan proses adalah sia-sia. Elemen kunci dari langkah ini adalah mengembangkan pertanyaan yang dapat dimengerti oleh responden. Anggota staf harus menginterview pembuat keputusan benar-benar jelas mengenai pertanyaan yang dimaksud dan bagaimana informasi tersebut akan digunakan.
2. Memilih dan kontak dengan respon  
partisipan sebaiknya diseleksi dengan dasar: secara personel responden mengetahui permasalahan, memiliki informasi yang tepat untuk dibagi, transformasi untuk melengkapi Delphi dan responden merasa bahwa agregasi pendapat panel responden akan termasuk informasi yang mereka nilai dan mereka tidak mengakses dengan cara lain. Seleksi actual dari responden umumnya menyelesaikan melalui penggunaan proses nominasi.
3. Memilih ukuran  
Ukuran panel responden bervariasi dengan kelompok yang homogen dengan 10-15 partisipan mungkin cukup.
4. Mengembangkan kuesioner dan test (1)

Kuesioner pertama dalam Delphi mengikuti partisipan untuk menulis respon pada garis besar masalah. Sampul surat termasuk tujuan, guna dari hasil, perintah dan batas akhir respon.

5. Analisis kuesioner

Analisis kuesioner harus dihasilkan dalam ringkasan yang berisi bagian bagian yang diidentifikasi dan komentar dibuat dengan jelas dan dapat dimengerti responden terhadap kuesioner (2). Anggota grup kerja mendokumentasikan masing-masing respon pada kartu indeks, memilih kartu ke dalam kategori umum, mengembangkan sebuah konsensus pada label untuk masing-masing kategori dan menyiapkan ringkasan bayangan yang berisi kategori-kategori.

6. Pengembangan kuesioner dan test (2)

Kuesioner kedua dikembangkan menggunakan ringkasan koresponden dari kuesioner (1). Fokus dari kuesioner ini adalah untuk mengidentifikasi area yang disetujui dan yang tidak, mendiskusikan dan mengidentifikasi bagian yang diinginkan serta membantu partisipan mengetahui masing-masing posisi dan bergerak menuju pendapat yang akurat, responden diminta untuk memilih pada ringkasan bagian kuesioner (1).

7. Analisis kuesioner (2)

Tugas dari kelompok kerja adalah menghitung jumlah suara masing-masing bagian yang meringkas komentar yang dibuat tentang masing-masing bagian. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menentukan jika informasi lengkap akan membantu untuk penyelesaian masalah atau paling tidak membuktikan untuk digunakan diberbagai cara.

8. Mengembangkan kuesioner dan test (3)

Kuesioner (3) didesain untuk mendorong masukan proses Delphi

9. Analisis kuesioner 3

Analisis tahap ini mengikuti prosedur yang sama pada analisis kuesioner (2)

10. Menyiapkan laporan akhir

Laporan akhir harus meringkas tujuan dan proses hasil yang baik.

Dengan menggunakan lembar evaluasi seperti terlihat pada tabel 2.2 proses atau prosedur metode Delphi adalah sebagai berikut:

- a. Setiap pengambil keputusan (PK) mengisi lembar evaluasi yang telah disediakan
- b. Preferensi semua PK diagregasi untuk mendapatkan pendapat kelompok
- c. Lembar evaluasi dikembalikan kepada PK dengan menyertakan nilai yang telah diberikan dan rata-rata nilai pendapat kelompok
- d. PK mengisi kembali lembar evaluasi, nilai pendapat kelompok dihitung dan lembar evaluasi dikembalikan kepada PK dengan menyertakan preferensi PK, menghitung sebelumnya dan nilai pendapat kelompok
- e. Langkah (d) diulang sampai didapatkan hasil yang konvergen.
- f. Setelah konvergen didapatkan alternatif dan atribut yang nyata untuk ditindaklanjuti

Tabel 2.2 Contoh lembar evaluasi dalam metode Delphi  
Pengambilan Keputusan : Ke-i  
Ronde Evaluasi :

Alternatif		Skor		
		Rataan Kelompok	Pengambilan Keputusan Ke-i	
No	Deskripsi		Lama	Baru
1	Alternatif 1			
2	Alternatif 2			
3	Alternatif 3			

### 2.6.5 Proses Hierarki Analitik (Analytical Hierarchy Process-AHP)

Dari berbagai sumber ditemukan bahwa penentuan metode dalam proses analisa pemilihan *excavator* dapat digunakan dengan berbagai cara. Menurut El-Sawalhi dkk terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam model pemilihan *excavator* yaitu:

Tabel 2.3. Matrik Perbandingan Antara Model Pemilihan *Excavator*

Category	DWA (dimensional weighting aggregation)	KBS (knowledge based sistem)	MAA (multi attribute analysis)	Fuzzy	PERT	AHP	MAUT (multi attribute Unity)	CBR (case based reasioning)	ANN (artificial neural network)
Grup decision	-	-	-	-	-	v		v	v
Deal With subjective judgment	-	-	-	v	-	-	v	v	v
Non linier behavior	-	-	-	v	-	-	-	v	v
Uncertainty and risk considered	-	-	-	v	v	-	-	v	v
No need training of the sistem	v	V	v	v	v	v	-	-	-
Ability to interpret the result	v	V	v	v	v	v	v	-	-
Understanding the matematic behavior	v	V	v	v	v	v	v	-	-
Adaptive model	-	-	-	-	-	-	-	v	v
Multiple kriteria simultaneously	-	-	-	v	v	v	v	v	v
No acquired high knowledge to implement	v	V	v	-	v	v	-	-	v
Qualitative an quantitative data	-	V	-	v		v	v	v	v

Sumber : El- Sawalhi dkk. 2007

Dalam proses penilaian *excavator* di PT. XYZ maka metode yang dapat digunakan dalam menerapkan alternative berdasarkan beberapa kriteria yang ada adalah metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Pada penilaian *excavator* maka proses yang bisa diringkas sebagai berikut:

1. Menentukan kriteria-kriteria pemilihan
2. Menentukan bobot masing masing kriteria
3. Mengidentifikasi alternatif yang telah diidentifikasi
4. Mengevaluasi masing masing alternatif dengan kriteria-kriteria yang ditentukan pada langkah pertama
5. Menilai bobot masing masing kriteria
6. Mengurutkan kriteria berdasar tingkat bobot

Proses hierarki analitik (*Analytical Hierarchy Process*) dikembangkan oleh Dr. Thomas L Saaty dari Wharton School of Business pada tahun 1970. AHP digunakan untuk mengorganisasikan informasi dan penilaian dalam memilih alternative yang paling disukai. Dengan menggunakan AHP suatu persoalan yang

akan dipecahkan dalam suatu kerangka berpikir yang terorganisir dapat diekspresikan, sehingga memungkinkan untuk mengambil keputusan yang efektif atas persoalan tersebut. Persoalan yang kompleks dapat disederhanakan dan dipercepat proses pengambilan keputusannya.

Prinsip kerja AHP adalah menyederhanakan suatu persoalan kompleks yang tidak terstruktur menjadi unsur-unsurnya serta menata dalam hierarki (marimin, 2004). Kemudian tingkat kepentingan setiap variable diberi nilai numerik tentang arti penting variable tersebut secara efektif dibandingkan dengan variable yang lain. Dari berbagai pertimbangan tersebut kemudian dilakukan sintesa untuk menetapkan variable yang memiliki prioritas tertinggi dan berperan untuk mempengaruhi hasil pada system tersebut.

Secara grafis, persoalan keputusan AHP dapat dikonstruksikan sebagai diagram bertingkat yang dimulai dengan goal/tujuan, atribut, sub atribut dan yang terakhir alternative. Melalui AHP memungkinkan pengguna untuk memberikan nilai bobot relative dari suatu faktor atribut, sub atribut dan maupun alternative berdasarkan persepsi pengguna terhadap faktor atribut, sub atribut maupun alternative lainnya dengan cara melakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Dengan cara yang konsisten perbandingan berpasangan tersebut diubah menjadi suatu himpunan bilangan yang mempresentasikan prioritas relative dari setiap atribut, sub atribut dan alternatif. Bila terjadi penyimpangan yang terlalu jauh dari konsistensi, maka penilaian tersebut perlu diperbaiki atau hierarki harus disusun ulang.

Kelebihan dari metode AHP (*Analytic Hierarchy Proses*) menurut Suryadi (2002) dalam pengambilan keputusan adalah:

1. Dapat menyelesaikan permasalahan yang kompleks, dan strukturnya tidak beraturan, bahkan permasalahan yang tidak terstruktur sama sekali.
2. Kurang lengkapnya data tertulis atau data kuantitatif mengenai permasalahan tidak mempengaruhi kelancaran proses pengambilan keputusan karena penilaian merupakan sintesis pemikiran berbagai sudut pandang responden.
3. Sesuai dengan kemampuan dasar manusia dalam menilai suatu hal sehingga memudahkan penilaian dan pengukuran elemen.

4. Metode dilengkapi dengan pengujian konsistensi sehingga dapat memberikan jaminan terhadap keputusan yang diambil.

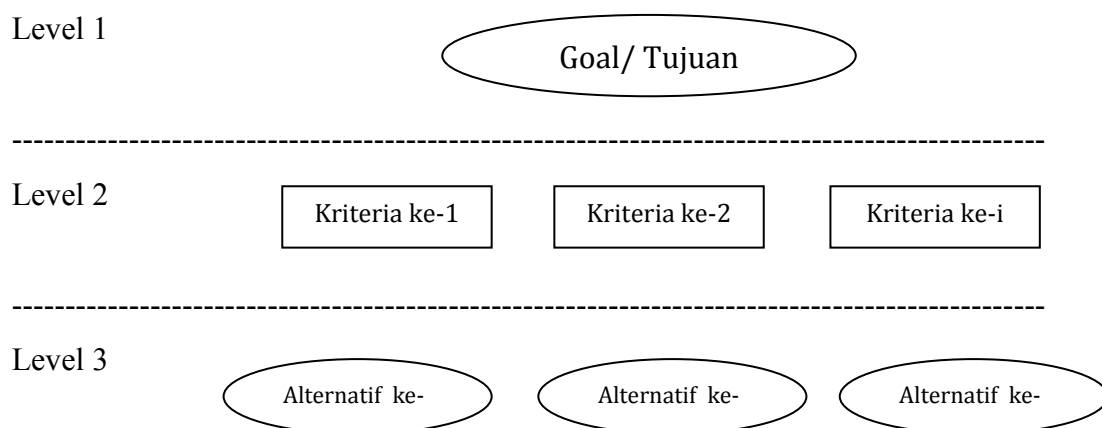
Kelemahan-kelemahan menurut AHP (*Analytic Hierarchy Proses*) (Sen, 1998) adalah:

1. AHP (*Analytic Hierarchy Proses*) tidak dapat diterapkan pada suatu perbedaan sudut pandang yang sangat tajam atau ekstrim di kalangan responden
2. Responden yang dilibatkan harus memiliki pengetahuan dan pengalaman yang cukup tentang permasalahan serta metode AHP itu sendiri

## 2.6.6 Langkah-langkah Proses Penerapan AHP

Berikut merupakan langkah-langkah dalam menyusun hierarki keputusan (Saaty, 1993):

1. Menerapkan permasalahan dan menentukan tujuan/goal
2. Menyusun hirarki yang dimulai dari (atas) atau tujuan sesuai pendapat. Pengambil keputusan, berikutnya dilanjutkan pada level menengah (atribut) serta diakhiri pada level paling bawah yaitu menyusun daftar alternatif-alternatif yang dipilih



Gambar 2.7. Penyusunan Hirarki AHP

Level 1 : Goal/Tujuan  
Level 2 : Atribut  
Level 3 : Alternatif-alternatif

Atribut merupakan standart yang digunakan untuk menyatakan pencapaian tujuan, maka atribut harus mempunyai sifat antara lain (Mangkusubroto dan tresnandi, 1987):

a. Lengkap

Pada suatu set atribut disebut lengkap bila dapat menunjukkan seberapa jauh seluruh tujuan dapat dicapai. Dengan mengetahui tingkat pencapaian atribut, pengambil keputusan dapat mempunyai gambaran yang jelas berkenaan dengan seberapa jauh tujuan dapat dicapai. Bila set tersebut tidak lengkap, maka meskipun dilakukan analisa yang mendalam terhadap atribut tersebut akan mendapatkan hasil yang tidak memuaskan. Hal tersebut terjadi karena ada beberapa aspek yang belum dimasukkan di dalam analisa. Kelengkapan set kriteria sangat penting untuk memperoleh suatu keputusan yang baik

b. Operasional

Suatu set atribut yang dipilih haruslah operasional maknanya mencakup beberapa pengertian bahwa set atribut tersebut harus mempunyai arti bagi pengambil keputusan, sehingga pengambil keputusan benar-benar menghayati implikasinya terhadap alternative yang ada. Nila analisa keputusan ini digunakan untuk meyakinkan pihak lain, maka set atribut adalah sebagai sarana untuk memberikan penjelasan atau komunikasi.

c. Tidak berlebihan

Untuk menentukan set atribut, jangan sampai terdapat atribut yang mengandung pengertian yang sama. Atribut harus ditentukan sedemikian rupa sehingga terjadi perhitungan ulang.

d. Minimum

Diupayakan set atribut berjumlah sedikit mungkin. Karena semakin banyak atribut, maka akan semakin sulit untuk mengerti dan membandingkannya. Selain itu jumlah perhitungan yang diperlukan dalam analisa akan semakin banyak. Dalam beberapa hal, dua atau tiga atribut dapat dikombinasikan menjadi satu atribut. Hal tersebut akan mengurangi jumlah atribut dan menyederhanakan proses perhitungan. Saat membandingkan elemen-elemen dalam suatu tingkat terkadang ditemukan kesulitan sehingga perlu diciptakan suatu tingkat baru dengan perbedaan yang lebih halus di antara atribut dan

alternatif. Tingkatan baru itu biasa disebut dengan subatribut. Hierarki bersifat luwes, selalu dapat diubah beberapa bagiannya kelak untuk menampung atribut baru yang baru terpikir atau dianggap tidak penting ketika pertama merancangnya.

3. Membuat set matrik perbandingan berpasangan dengan ukuran  $(n \times n)$  seperti tabel 2.4 yang menggambarkan kontribusi relative atau pengaruh setiap elemen terhadap atribut yang setingkat di atasnya dengan menggunakan skala ukuran relative tabel 2.5. pada tabel 2.5. termuat skala banding berpasangan. skala itu mendefinisikan dan menjelaskan nilai 1 sampai dengan 9 yang ditetapkan bagi pertimbangan dalam membandingkan pasangan elemen yang sejenis disetiap tingkat hierarki terhadap suatu atribut yang berada setingkat di atasnya.

Tabel 2.4. Contoh matrik perbandingan berpasangan (preferensi)

C	$A_1$	$A_2$	...	$A_n$
$A_1$	$w_1/w_1$	$w_1/w_2$	...	$w_1/w_n$
$A_2$	$w_2/w_1$	$w_2/w_2$	...	$w_2/w_n$
...	...	...	...	...
$A_n$	$w_n/w_1$	$w_n/w_2$	...	$w_n/w_n$

Pada matrik perbandingan berpasangan tersebut dilakukan perbandingan elemen  $A_1$  dalam kolom disebelah kiri dengan elemen  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  dan seterusnya yang terdapat di baris atas berkenaan dengan sifat C di sudut kiri atas. Lalu ulangi dengan elemen  $A_2$  dan seterusnya.



Tabel 2.5. Skala Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen yang mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu lebih sedikit dari elemen lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting dari elemen lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya	Satu elemen yang kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya	Bukti yang mendukung yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai-nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara dua pilihan
Kebalikan	Jika untuk aktifitas/mendapatkan satu angka dibandingkan dengan aktifitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibandingkan dengan nilai i	

Sumber: Saaty, 1993

- Melakukan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh *judgement* seluruhnya sebanyak  $n(n-1)$  buah, dengan  $n$  adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.
- Melakukan normalisasi matrik perbandingan berpasangan dengan menggunakan formulasi matematis pada model AHP. Misalkan dalam suatu sub sistem operasi terdapat  $n$  elemen operasi yaitu  $A_1, A_2, \dots, A_n$ . Maka hasil perbandingan secara berpasangan elemen-elemen operasi tersebut akan membentuk matrik perbandingan. Perbandingan berpasangan mulai dari tingkat hierarki paling tinggi, dimana atribut digunakan sebagai dasar pembuatan perbandingan.

Tabel 2.6. Contoh Sintesa Matrik Perbandingan Berpasangan

C	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	...	A <sub>n</sub>
A <sub>1</sub>	a <sub>11</sub>	A <sub>21</sub>	...	a <sub>n1</sub>
A <sub>1</sub>	a <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	...	a <sub>n2</sub>
....	....	....	...	...
A <sub>n</sub>	a <sub>n1</sub>	a <sub>n2</sub>	...	a <sub>n3</sub>
Σ	C <sub>a1</sub>	C <sub>a2</sub>	...	C <sub>an</sub>

Matrik A dengan ukuran n x n merupakan matrik resiprokal. Dan diasumsikan terdapat n elemen yaitu w<sub>1</sub>, w<sub>2</sub>,...,w<sub>n</sub> , yang akan dinilai secara perbandingan. Nilai (*judgement*) perbandingan secara berpasangan antara (w<sub>i</sub>,w<sub>j</sub>) dapat dipresentasikan seperti matrik tersebut.

$$\frac{w_i}{w_j} = a_{(i,j)} ; i,j = 1,2,...,n \quad (2.2)$$

Dimana : w<sub>i</sub> dan w<sub>j</sub> = nilai (*judgement*) perbandingan berpasangan

Dalam hal ini matrik perbandingan adalah matrik A dengan unsur-unsurnya adalah a<sub>(i,j)</sub> dengan i= kolom ke 1, 2,...,n dan j baris ke-1, 2,...,n

Jika C<sub>i</sub> adalah jumlah skala perbandingan pada kolom ke-i, sehingga dapat dinyatakan seperti pada persamaan dibawah ini.

$$C_1 = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (2.3)$$

Bila *vector* pembobotan elemen-elemen operasi A<sub>1</sub>,A<sub>2</sub>,...,A<sub>n</sub> dinyatakan sebagai vector w = (w<sub>1</sub>,w<sub>2</sub>,...,w<sub>n</sub>), maka nilai intensitas kepentingan elemen operasi A<sub>1</sub>, dibandingkan A<sub>2</sub> dapat dinyatakan sebagai perbandingan bobot elemen operasi A<sub>1</sub> terhadap A<sub>2</sub> yakni w<sub>12</sub> yang sama dengan B<sub>12</sub>, sehingga terdapat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7. Matrik Normalisasi Perbandingan Berpasangan

C	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	...	A <sub>n</sub>	Bobot Normal
A <sub>1</sub>	W <sub>11</sub>	W <sub>21</sub>	...	W <sub>1n</sub>	W <sub>a1</sub>
A <sub>1</sub>	W <sub>12</sub>	W <sub>22</sub>	...	W <sub>2n</sub>	W <sub>a2</sub>
...	...	...	...	...	...
A <sub>1</sub>	W <sub>n1</sub>	W <sub>n2</sub>	...	W <sub>nn</sub>	W <sub>an</sub>

Nilai-nilai  $w_i$  dengan  $i, j = 1, 2, \dots, n$  dijabaki dari partisipan/responden, yaitu orang yang berkompeten dalam permasalahan yang dianalisis.

Jika jumlah skala perbandingan berpasangan pada kolom ke-1 adalah  $C_i$ , maka bobot dari masing-masing elemen pada setiap kolom dapat dinyatakan seperti pada persamaan di bawah ini.

$$w_{ij} = \frac{a_{ij}}{C_i} \quad (2.4)$$

Dimana :  $w_{ij}$  = bobot prioritas elemen pada baris ke-  $i$  dan kolom ke- $j$  yang telah dilakukan normalisasi .

Sedangkan bobot normal dari matrik perbandingan berpasangan dari masing-masing level dalam struktur keputusan adalah rata-rata terhadap nilai masing-masing baris seperti ditunjukkan pada persamaan dibawah ini.

$$W_{ij} = \sum_{j=1}^n \frac{w_{ij}}{n} \quad (2.5)$$

Dimana:

$W_i$  = bobot normal (relatif yang menunjukkan urutan prioritas dari elemen suatu level dalam struktur keputusan.

6. Melakukan sintesa secara hirarki yaitu menghitung nilai eigen dari bobot atribut yang ada serta menjumlahkan keseluruhan bobot *eigenvector* dari hasil responden.

$$\lambda_{max} = \sum_{j=1}^n C_i \cdot W_i \quad (2.6)$$

Dimana :

$\lambda_{max}$  = nilai eigen maksimum  
 $n$  = jumlah orde matrik  
 $C_i$  = jumlah skala perbandinga pada kolom ke- $i$  dari suatu matrik  
 $W_i$  = bobot relatif yang menunjukkan urutan prioritas elemen matrik

7. Setelah melakukan keseluruhan perbandingan berpasangan, berikutnya menentukan konsistensi dengan menggunakan nilai eigen maksimum ( $\lambda_{max}$ ) untuk menghitung indeks konsistensi (*consistency index* (CI)) sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.7)$$

Dimana:

$\lambda_{max}$  = nilai eigen maksimum  
n = ukuran matrik

Penentuan konsistensi dapat diperiksa melalui rasio konsistensi/ Consistency Ratio (CR) yaitu:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.8)$$

Dimana:

RI = nilai tidak random, lihat tabel 2.6

Jika nilai CR tidak melebihi 0,1 ( $CR < 0,1$ ) maka hasil penilaian tersebut dapat diterima atau dipertanggungjawabkan, namun bila melebihi 0,1 matrik perbandingan tidak konsisten sebaiknya ditinjau ulang dan diperbaiki lagi.

Tabel 2.8. Nilai Indeks Random

Ukuran Matriks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Indeks Random	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49
Ukuran Matriks	11	12	13	14	15					
Indeks Random	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59					

Sumber Suryadi 2002

8. Langkah 3 s/d 6 dilakukan pada seluruh tingkatan level

## 2.7 Penilaian Perbandingan Multi Partisipan

Penilaian yang dilakukan oleh banyak partisipan akan menghasilkan pendapat yang berbeda satu sama lain. Metode AHP hanya memerlukan satu jawaban untuk matriks perbandingan. Oleh karena itu, semua jawaban dari responden harus dirata-rata. Saaty memberikan metode perataan dengan rata-rata geometrik (*geometric mean*). Rata-rata geometrik dipakai karena bilangan yang

dirata-ratakan adalah deret bilangan yang sifatnya rasio dan dapat mengurangi gangguan yang ditimbulkan salah satu bilangan yang terlalu besar atau terlalu kecil (Brodjonegoro & Utama, 2005).

Teori rata-rata geometrik menyatakan bahwa jika terdapat  $n$  responden yang melakukan perbandingan berpasangan, maka terdapat  $n$  jawaban untuk setiap pasangan. Untuk mendapatkan nilai tertentu dari semua nilai tersebut, masing-masing nilai harus dikalikan satu sama lain kemudian hasil perkalian itu dipangkatkan dengan  $1/n$ . Secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$a_{ij} = (Z_1 \cdot Z_2 \cdot Z_3 \dots \dots Z_n)^{\frac{1}{n}} \quad (2.9)$$

dengan:

$a_{ij}$  = nilai rata-rata perbandingan berpasangan antara kriteria  $A_i$  dengan  $A_j$   
untuk  $n$  responden

$Z_i$  = nilai perbandingan antara kriteria  $A_i$  dengan  $A_j$  untuk partisipan  $i$ ,  
dengan  $i = 1, 2, \dots, n$

$n$  = jumlah responden

## 2.8 Analisis Sensitivitas

Definisi dari beberapa literatur mengenai analisa sensitivitas yaitu analisa sensitivitas untuk melihat pengaruh perubahan bobot atribut terhadap susunan alternatif. Adanya informasi baru atau perubahan kondisi kadangkala membuat orang mengubah penilaiannya sehingga otomatis hasil dari hirarki secara keseluruhan akan berbeda pula (Suryadi dan Ramdani, 2002).

Analisa sensitivitas merupakan estimasi dari besarnya nilai-nilai parameter dalam studi ekonomi teknik sehingga nilai parameter tersebut mempunyai faktor kesalahan. Apabila parameter tersebut berubah maka akan berdampak pada perubahan suatu keputusan, sehingga keputusan tersebut dikatakan sensitif terhadap perubahan nilai parameter. Untuk mengetahui kesensitifan suatu keputusan terhadap perubahan parameter yang mempengaruhi, setiap pengambilan keputusan harus disertai dengan analisa sensitivitas. Analisa sensitivitas akan memberikan gambaran sejauh mana suatu keputusan akan konsisten meskipun terjadi perubahan pada parameter yang mempengaruhinya.

Analisa sensitivitas adalah analisa yang berkaitan dengan perubahan diskrit parameter untuk melihat berapa besar perubahan dapat ditolerir sebelum solusi optimal mulai kehilangan optimalitasnya. Jika suatu perubahan kecil dalam parameter menyebabkan perubahan sensitifitas dalam solusi, dikatakan bahwa solusi adalah sangat sensitif terhadap nilai parameter itu. Sebaliknya jika perubahan parameter tidak mempunyai pengaruh besar terhadap solusi dikatakan solusi tidak sensitif terhadap nilai parameter tersebut.

Pada proses pemilihan kontraktor pembobotan dan penilaian diperoleh berdasarkan penilaian subjektif dari responden dan hasil analisis terbatas pada data yang ada. Oleh sebab itu, penting untuk menentukan derajat sensitivitas dari hasil nilai yang diperoleh.

## 2.9 Posisi Penelitian

Penelitian empiris mengenai pemilihan dan penilaian dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Analisa mengenai kriteria yang digunakan peneliti dalam proses pemilihan peralatan dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dapat dilihat di tabel berikut:

Tabel 2.9. Penelitian Terdahulu

<b>Nama Peneliti</b>	<b>Object</b>	<b>Variabel</b>	<b>Metode Analisa</b>
Bantas (2007)	menentukan prioritas alternatif alat berat yang paling sesuai khususnya untuk pekerjaan overburden pada pertambangan Batubara	Biaya, Operasional dan Peralatan	Analytical Hierarchy Process (AHP)
Sukenda (2012)	Pemilihan kendaraan bekas	Spesifikasi dan kemampuan teknis, Biaya	Analytical Hierarchy Process (AHP)
Phogat et al (2013)	Pemilihan alat yang benar untuk pembangunan jalan	Beban kerja, Efisiensi operasioanal alat, Kemudahan managerial	AHP Multi atribut analysis , simple Additive weight Method (SAW)
Sayareh et al (2014)	Pemilihan kontainer di pelabuhan laut teluk Persia	Waktu kerja, Tingkat Bongkar muat, Keselamatan kerja, Kapasitas fasilitas pelabuhan, Biaya operasional, Jumlah tempat berlabuh, dan Kebijakan Internasional	Analytical Hirarkhi Process (AHP), Technique for Order Preference to Similarity by Ideal Solution (TOPSIS)

Boujelbene et al (2015)	untuk menemukan solusi praktis dan untuk meningkatkan kinerja sektor transportasi publik	Ekonomi, Efektivitas, Efisiensi, servis dan kualitas layanan.	Analytical Hierarchy Process (AHP)
Penelitian ini	Pemilihan Excavator 50 Ton untuk usaha Pertambangan Sirtu	Biaya, Maintenance dan repair, Operasional	Analytical Hierarchy Process (AHP)



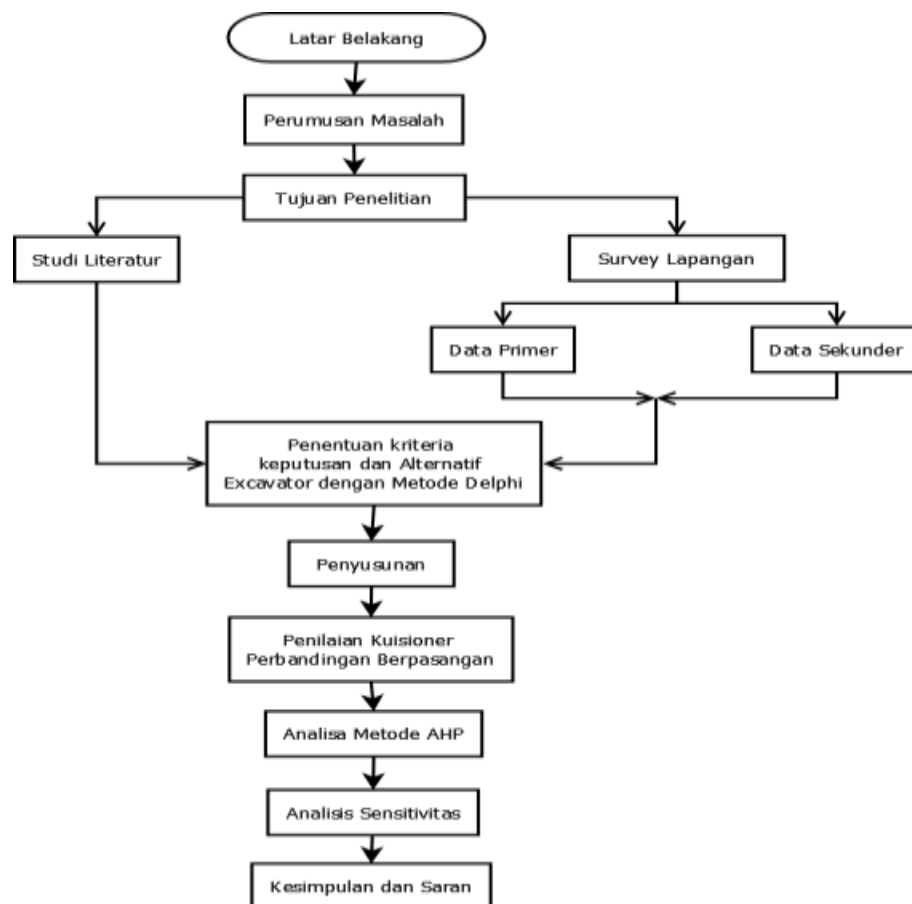


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dengan cara menyusun model pengambilan keputusan untuk memilih merk *Excavator* kelas 50 ton sebagai alat *loading* pada proses pertambangan. Untuk menyelesaikan persoalan pengambilan keputusan dalam kasus ini melibatkan pendekatan secara kuantitatif maka dalam menganalisisnya menggunakan *Metode Delphi* dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Berikut Gambar 3.1. dibawah ini merupakan bagan alir rancangan penelitian.



Gambar 3.1 Bagan Alir Tahapan Rancangan Penelitian

### **3.1.1. Penjelasan Bagan Air Tahapan Penelitian**

#### **1. Latar Belakang**

Latar belakang penelitian ini yaitu bahwa tidak pernah dilakukan pengamatan secara detail *Excavator* kelas 50 ton mana yang optimal sebagai alat loading untuk pertambangan.

#### **2. Perumusan Masalah**

Pada penelitian ini permasalahan yang terjadi yaitu “ *Excavator* kelas 50 ton mana yang sesuai untuk pertambangan sirtu dan bagaimana cara menentukannya”

#### **3. Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini ialah menentukan *Excavator* kelas 50 ton yang paling sesuai untuk pertambangan sirtu.

#### **4. Studi Literatur**

Sebagai landasan dan kerangka berpikir untuk penelitian yang akan dilakukan, maka penulis perlu menyertakan beberapa konsep atau teori yang mendukung penelitian. Selain itu juga mencari metode yang terbaik yang dapat digunakan untuk melakukan pemecahan masalah yang ada di perusahaan.

#### **5. Survey Lapangan**

Penentuan multi atribut (atribut) keputusan dan penentuan alternatif berbagai *Excavator* kelas 50 ton pada penelitian ini diperoleh dari wawancara langsung dengan pengambilan keputusan dan personel langsung yang berhubungan dengan peralatan tersebut.

#### **6. Penentuan Atribut Pengambilan Keputusan dan Alternatif Pilihan *Excavator***

Hasil wawancara untuk menentukan multi atribut menggunakan metode Delphi seperti sudah dijelaskan pada bab II, yang proses wawancaranya melalui lebih dari satu putaran. Tujuan digunakan metode Delphi supaya mendapatkan

konvergensi pendapat mengenai unit atribut keputusan diantara para responden yang diwawancarai.

## **7. Penyusunan Model Keputusan**

Model keputusan disusun dari hasil kuisioner dengan metode Delphi yang sudah konvergen kemudian disusun ulang dalam bentuk kuisioner lanjutan. Kuisioner lanjutan multi atribut keputusan disusun dengan pola matrik perbandingan berpasangan sesuai metode AHP.

## **8. Penilaian Kuisioner dan Analisis Metode AHP**

Kuisioner matrik perbandingan berpasangan diberikan lagi pada pengambilan keputusan untuk mendapatkan nilai secara kuantitatif sekaligus sebagai masukan untuk selanjutnya dianalisis dengan metode AHP.

### **3.2. Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan pada lokasi pertambangan PT. XZY di Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan Jawa Timur.

### **3.3 Pengumpulan Data Penelitian**

Data penelitian merupakan informasi yang berupa data kasar (mentah) yang masih memerlukan pengolahan sehingga menghasilkan keterangan, baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif yang menunjukkan fakta (Riduwan, 2004). Data yang akan dianalisa pada penelitian ini yaitu berupa data primer maupun data sekunder.

Data primer dikumpulkan melalui metode survey lapangan dengan menyebarkan kuisioner yang diberikan pada pihak yang berkompetensi di bidangnya. Data tersebut akan digunakan untuk beberapa hal:

1. Sebagai penentuan multi atribut keputusan
2. Sebagai informasi kondisi alternatif *Excavator* kelas 50 ton berdasarkan multi atribut keputusan
3. Sebagai dasar penilaian perbandingan berpasangan

Data sekunder adalah data yang didapat dengan cara membaca, mempelajari dan memahami media lain yang bersumber pada literatur, buku buku serta dokumen perusahaan (Sugiyono, 2005). Dalam hal ini data sekunder berisi tentang data excavator 50 Ton dari literatur vendor dan juga data produksi perusahaan sebagai informasi dalam menentukan alternatif *Excavator* kelas 50 ton berdasarkan multi atribut keputusan.

### **3.4. Kuesioner**

Instrumen yang digunakan pada penelitian berupa kuesioner yang penyebarannya dilakukan dengan cara menyampaikan langsung kepada responden. Responden adalah orang-orang yang berkompeten dalam bidangnya, antara lain: Wakil Direktur Utama, Direktur Bussines & *Development*, Direktur *Finance & Support*, Kepala Divisi *Finance*, Kepala Divisi Asset, Kepala Divisi *Operation*, Kepala Departement *Plant Operation* dan Kepala Departement *Supply Chain*. Kuisisioner yang disebar ada 2 jenis, yaitu: kuisisioner untuk menentukan multi atribut dan kuisisioner penilaian perbandingan berpasangan.

### **3.5. Karakteristik Responden**

Ciri-ciri spesifik dan karakteristik para kelompok ahli yang dipilih oleh penulis memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Bekerja di perusahaan yang bergerak di bidang jasa pertambangan
- Berpengalaman di bidang pekerjaan pertambangan minimal 3 (tiga) tahun
- Memiliki jabatan dalam perusahaan selaku (minimal) divisi operasional. Yang dimaksud dengan divisi operasional adalah seseorang yang sudah ahli dan diberi wewenang untuk menangani sebuah pemilihan mesin loading, seperti Kepala Divisi *Operation*, Kepala Departement *Supply chain* dan atau setingkatnya.

### **3.6 Proses Menggunakan Metode AHP**

Pada penelitian ini cara mengolah datanya dengan menggunakan metode AHP, agar dapat mudah menyelesaikannya disusunlah alur proses metodenya.

Berikut dibawah ini penjelasan mengenai alur Metode AHP

#### **1. Penyusunan Model Hirarki Keputusan**

Model hirarki keputusan yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri dari empat tingkat. Pada tingkat pertama merupakan representasi dari tujuan utama, yaitu memilih *Excavator* kelas 50 ton. Tingkat kedua merupakan serangkaian atribut yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Tingkat ketiga berisikan sub atribut, dan tingkat keempat merupakan alternatif pilihan yaitu berbagai *Excavator* kelas 50 ton.

#### **2. Penyusunan Kuisisioner Perbandingan Berpasangan**

Penyusunan kuisisioner perbandingan berpasangan disusun berdasarkan elemen-elemen yang ada dalam model hirarki keputusan. Sesuai dengan hierarki yang dikembangkan dalam penelitian ini, maka kuisisioner matrik perbandingan berpasangan terdiri dari:

- a. Kuisisioner matrik perbandingan berpasangan antar atribut terhadap tujuan,
- b. Kuisisioner matrik perbandingan berpasangan antar sub atribut terhadap atribut,
- c. Kuisisioner matrik perbandingan berpasangan antar alternatif terhadap sub atribut.

#### **3. Pengambilan Nilai Kuisisioner Perbandingan Berpasangan**

Pengambilan nilai kuisisioner perbandingan berpasangan pada atribut dalam penelitian ini melibatkan Wakil Direktur Utama, sedangkan untuk sub atribut dari atribut Maintenance & Repair dan atribut Biaya melibatkan Direktur Finance & Support, yang atribut Operasional melibatkan Direktur Bussines & Development.

#### **4. Penyusunan Matrik Nilai Responden**

Hasil penilaian kuisioner perbandingan berpasangan disusun dalam suatu matrik perbandingan berpasangan, sehingga didapatkan matrik nilai responden.

#### **5. Normalisasi Matrik Nilai Responden**

Masing-masing nilai responden dalam setiap tingkat hierarki dinormalisasi dengan cara sebagai berikut:

- a. Menjumlahkan nilai-nilai setiap kolom dalam matrik.
- b. Membagi setiap entri dalam setiap kolom dengan jumlah pada kolom tersebut.

#### **6. Uji Konsistensi**

Pada analisa metode AHP dilakukan uji konsistensi penilaian, adapun langkah-langkah uji konsistensi adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung nilai eigen
- b. Menghitung indeks konsistensi
- c. Menghitung rasio konsistensi

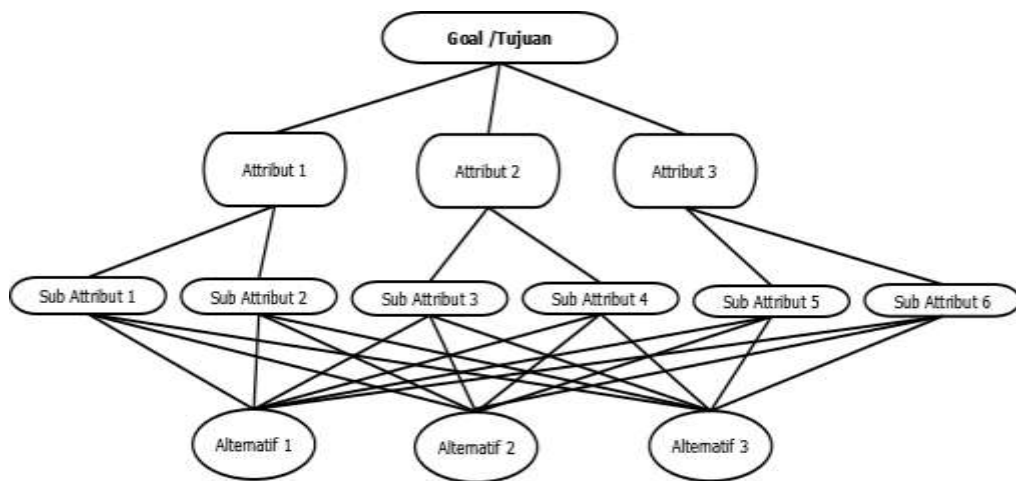
Bila nilai indeks konsistensi (CI) dan atau rasio konsistensi (CR) lebih besar dari 0,1 maka pertimbangan tersebut mungkin acak, sehingga perbandingan berpasangan perlu diperbaiki/diulang.

#### **7. Pengambilan Keputusan**

Hasil analisa metode AHP dijadikan dasar oleh pengambil keputusan dalam menentukan *Excavator* kelas 50 ton yang sesuai untuk pertambangan.

### **3.7 Model Hierarki Keputusan**

Untuk memudahkan pengambilan keputusan dalam pemilihan *Excavator* kelas 50 ton maka dibuatlah model hirarki keputusan pemilihan *Excavator* kelas 50 ton sebagaimana yang tercantum pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Model Hirarki Keputusan Pemilihan *Excavator* Kelas 50 Ton





## **BAB IV**

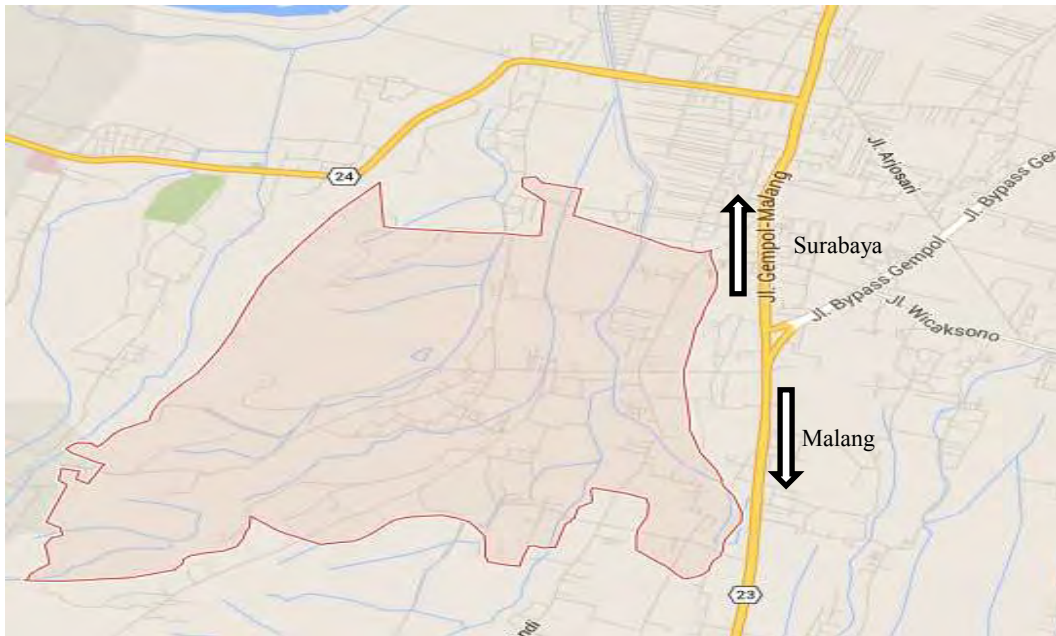
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Gambaran Perusahaan**

PT.XYZ adalah perusahaan swasta yang bergerak di bidang pertambangan sirtu golongan C yang berdiri sejak tahun 1984 di Surabaya. PT.XYZ memiliki konsesi lahan dan ijin usaha pertambangan sirtu (IUP) serta memiliki sertifikat *Clear and Clean* (CNC) dari Dirjen Minerba. Lokasi tambang sirtu PT.XYZ terletak di Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan Jawa Timur seluas 315,71 hektar dan mulai beroperasi sejak tahun 2011. PT.XYZ saat ini juga berencana melakukan ekspansi pertambangan sirtu di Jawa Timur dengan sudah mengajukan ijin usaha pertambangan dan proses menunggu ijin keluar dari Dirjen Minerba Pusat. Selain itu PT. XYZ juga mempunyai usaha pabrik paving blok dan *stone crusher* yang merupakan bisnis pengembangan dari *core* bisnis galian sirtu. Produksi sirtu PT.XYZ meningkat dari tahun ke tahun dalam 5 tahun terakhir dan pada tahun 2015 mencapai 2,7 juta bcm dan target di tahun 2016 adalah 5 juta bcm.

##### **4.1.1 Gambaran Usaha Tambang Sirtu PT. XYZ**

Lokasi tambang sirtu PT. XYZ berada di Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan Propinsi Jawa Timur. Tambang tersebut seluas 315,71 hektar dan sudah mendapat ijin dari Pemerintah untuk dilakukan eksploitasi dalam durasi 10 tahun. Kegiatan pertambangan sudah dimulai sejak tahun 2011 dan sampai saat ini masih terus berlangsung. Lokasi areal pertambangan sirtu PT.XYZ dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.1 Peta Lokasi Pertambangan Sirtu

Lokasi tambang sirtu tersebut berada di lokasi yang cukup strategis, yaitu sekitar 3 km dari jalan raya provinsi Malang-Surabaya. Dari Ibukota provinsi Surabaya jarak tempuh ke lokasi adalah sekitar 37 km, atau sekitar 1 jam apabila di tempuh dengan perjalanan darat. Lokasi kecamatan Gempol sendiri letaknya diantara persimpangan yang menghubungkan arah ke Kabupaten/Kotamadya yang ada di Jawa Timur antara lain Malang, Pasuruan, Mojokerto, Sidoarjo dan Surabaya. Lokasi juga dekat dengan akses jalan Tol yang menghubungkan kota kota diatas sehingga menjadi keuntungan tersendiri bagi PT.XYZ.

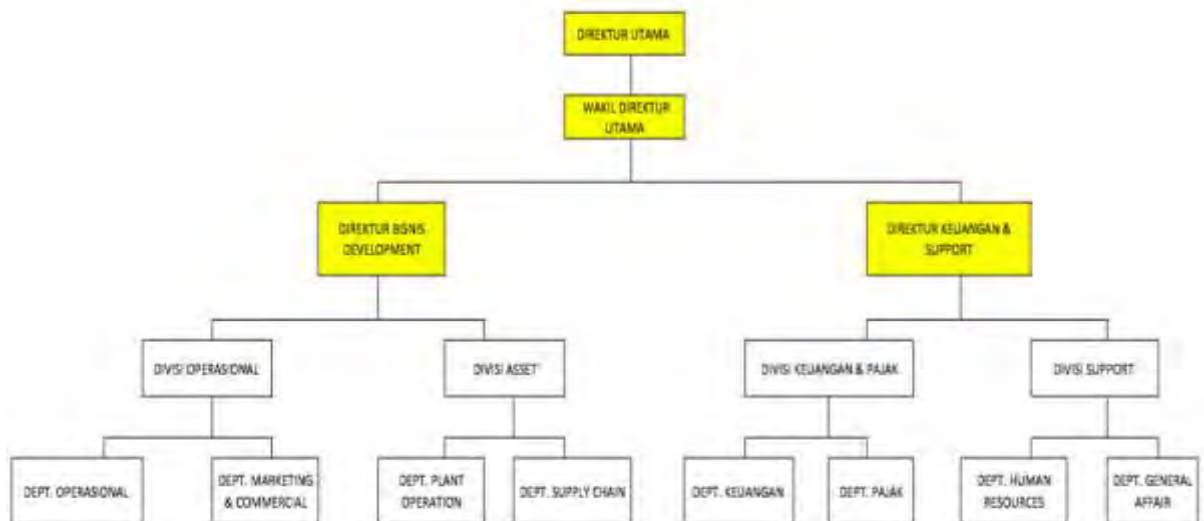
Proses penambangan sirtu menggunakan sistem pertambangan open pit, dimana proses pertambangan langsung mengeruk sirtu dengan menggunakan *Excavator* kemudian dipindah dan diangkut menggunakan *Excavator*, atau yang lebih sering disebut proses loading. Progres pengerukan sirtu tersebut dilakukan sampai dengan elevasi yang sudah di tentukan. Dalam mine planning PT.XYZ, untuk tambang yang berlokasi di Gempol ini, berdasarkan hasil pengeboran, uji material dan study kelayakan pertambangan maka di tentukan luasan efektif yang akan di tambang adalah sekitar 253 hektar atau 80% dari luasan yang diijinkan seluas 315,71 hektar. Hal itu karena perlu adanya dibuat lereng untuk menjaga kestabilan agar tidak longsor di area keliling tambang, dan juga ada beberapa lokasi yang digunakan sebagai jalan dan infrastruktur untuk kegiatan

pertambangan. Untuk kedalaman tambang sendiri direncanakan sampai dengan kedalaman 30 dibawah permukaan laut. Dengan rencana tersebut maka diperkirakan deposit atau cadangan material sirtu yang bisa terambil adalah sekitar 75 juta bcm. Seperti diketahui bahwa dalam 5 tahun terakhir produksi yang tercapai sekitar 16 juta bcm, berarti dalam 5 tahun sisa ijin mendatang harus meningkatkan produksi sebesar 59 juta bcm, atau 12 juta bcm pertahun. Operasional tambang sirtu dilakukan 12 jam perhari dan sekitar 340 hari dalam 1 tahun.

Kegiatan pertambangan sirtu menggunakan *Excavator* sebagai alat utama. Alat berat pada umumnya dan khususnya *Excavator*, secara umum memiliki life time 16.000 jam. Dengan rata rata operasional 4000 jam per tahun, maka umur *Excavator* adalah sekitar 4 tahun. Oleh karena itu PT.XYZ berencana melakukan peremajaan dan penggantian unit produksi yaitu *Excavator* dari kelas 20 ton menjadi kelas 50 ton dilakukan guna meningkatkan kapasitas produksi sesuai dengan permintaan dan juga guna memberikan pelayanan terbaik bagi pelanggan.

#### 4.2 Struktur Organisasi PT. XYZ.

Dalam mengelola usahanya agar dapat berjalan lancar sesuai dengan target yang di harapkan, PT.XYZ mempunyai struktur organisasi sebagai berikut :



Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT. XYZ )

### 4.3 Data Responden

Data responden yang terlibat di dalam penelitian akan dijelaskan berupa usia, masa kerja, jabatan serta *job descriptions* masing-masing responden:

1. Wakil Direktur Utama/*Vice President Director*

Umur : 36 Tahun

Masa Kerja : 12 Tahun

*Job Descriptions* : Responden Bertugas dan bertanggung jawab untuk membantu *President Director* memimpin perusahaan dalam menjalankan perusahaan.

2. *Bussines Development Director*

Umur : 42 Tahun

Masa Kerja : 14 Tahun

*Job Descriptions* : Responden bertugas dan bertanggungjawab untuk menjalankan dan mengembangkan pertambangan serta bisnis maupun proyek turunan hasil pertambangan dan operasionalnya untuk kelangsungan usaha dan profit perusahaan.

3. *Finance & Support Director*

Umur : 39 Tahun

Masa kerja : 14 Tahun

*Job Description* : Responden bertugas dan bertanggungjawab terhadap *cash flow financial* perusahaan serta memberikan masukan dan memastikan support terhadap operasional dapat berjalan dengan baik serta sebagai bahan pertimbangan untuk mengambil keputusan strategis.

4. *Operasional Division Head*

Umur : 39 Tahun

Masa Kerja : 14 Tahun

*Job description* : Responden bertugas dan bertanggungjawab terhadap seluruh kegiatan operasional tambang dan proyek-proyek untuk kelangsungan usaha.

5. *Supply Chain Departement Head*

Umur : 39 Tahun

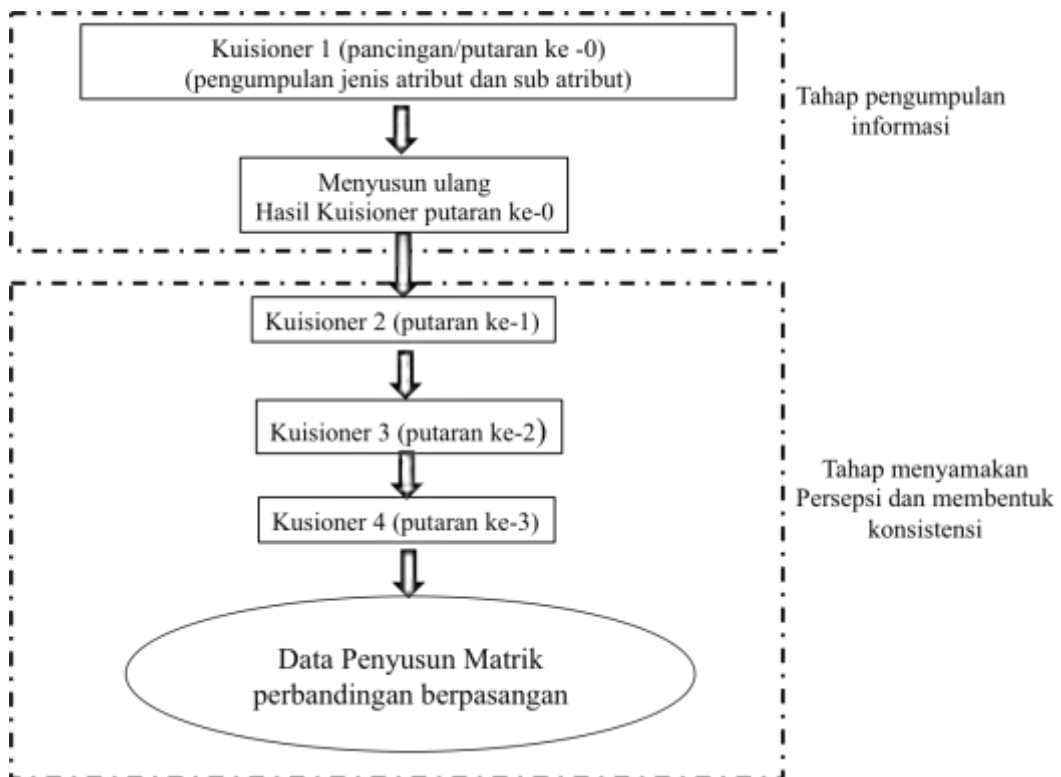
Masa Kerja : 13 Tahun

1. Responden bertugas dan bertanggung jawab terhadap *efisiensi* biaya.
  2. Bertanggung jawab *supply* kebutuhan part untuk perbaikan kecil maupun besar sesuai dengan *schedule* yang telah ditetapkan.
  3. Estimasi biaya perbaikan besar maupun kecil untuk alat berat dan *Excavator*.
  4. Membuat kepastian tentang part dan menyeleksi materialnya untuk perbaikan dan perawatan untuk mendapatkan biaya paling murah.
  5. Menganalisis kebutuhan part seperti : ban, *tooth bucket*, *under carriages*, *houses* dan didapatkan sebagai data untuk perkembangan yang layak dan part yang efektif dan pemakaian material yang tepat.
  6. Membuat anggaran tahunan untuk stock gudang, ban dan *maintenance part*.
  7. Membina hubungan yang baik dengan dealer dan supplier seperti negoisasi harga, kualitas part, syarat-syarat pembayaran, jangka waktu pembayaran, garansi, dan klaim.
6. *Asset Division Head*
- Umur : 25 Tahun
- Masa kerja : 3 Tahun
1. Responden bertugas dan bertanggung jawab perencanaan dan pengontrolan, perawatan peralatan guna terselenggarannya kelancaran operasional peralatan yang efektif dan efisien.
  2. Menyelenggarakan koordinasi antar proyek perihal pengoperasian peralatan untuk mencapai produksi yang optimal.
  3. Mendukung dan melaksanakan semua garis kebijakan yang telah diputuskan manajemen perusahaan
  4. Bertanggung jawab kelancaran operasional peralatan diseluruh proyek.
7. *Plant Operation Departement Head*
- Umur : 35 Tahun
- Masa Kerja : 12 tahun
1. Melakukan pengawasan guna terjaminnya pelaksanaan tugas dibidang perbaikan dan perawatan peralatan.

2. Mengatur dan mengontrol *main power* yang ada dibawah pengawasannya
3. Mengusulkan penambahan, mengurangi dan mutasi/rotasi yang ada dibawah pengawasannya
4. Mendukung dan melaksanakan semua garis kebijakan yang telah diputuskan manajemen perusahaan
5. Bertanggung jawab atas semua kegiatan dari seksi-seksi (*welder*, elektrik, mekanik) yang menjadi bawahannya.
6. Bertanggung jawab atas barang-barang inventaris perusahaan yang ada di *work shop*
7. Bertanggung jawab atas semua peraturan, system dan prosedur yang berlaku di perusahaan berjalan dengan baik terhadap *main power* yang ada dibawahnya.

#### **4.4 Proses Untuk Mendapatkan Atribut Maupun Sub Atribut**

Untuk mendapatkan atribut maupun sub atribut yang diperlukan dalam pemilihan *Excavator* dengan menggunakan Metode Delphi. Agar proses pengumpulan data ini dapat berjalan sesuai yang diinginkan maka dibuatlah alur pengumpulan data metode Delphi, sebagaimana pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Alur Pengumpulan Atribut dan Sub Atribut

#### 4.4.1 Penjelasan Alur Pengumpulan Multi Atribut

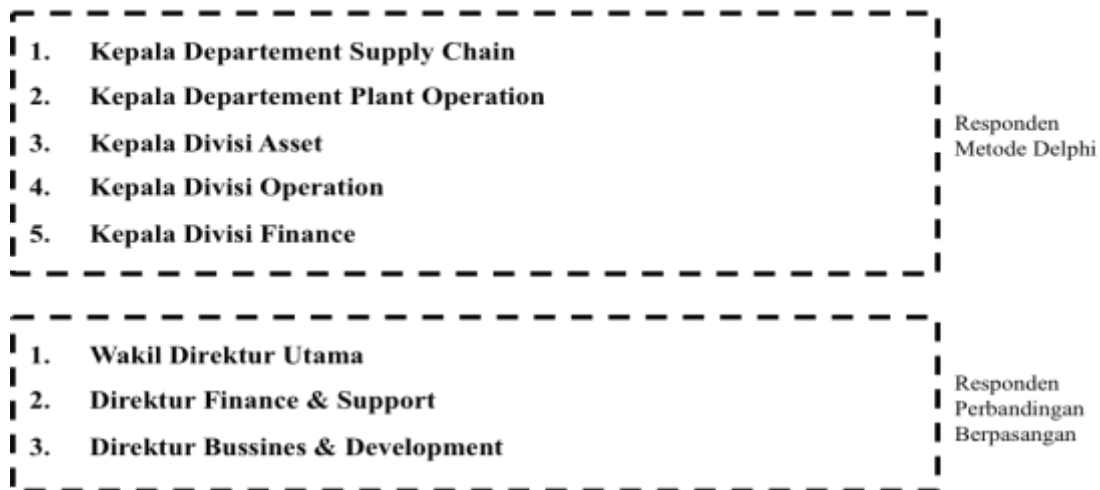
Pada pengambilan data untuk Multi Atribut melalui kuisisioner yang diberikan kepada beberapa responden yang kompetensinya seperti yang tercantum pada Gambar 4.4 diagram responden Multi Atribut.

##### a. Pemberian Kuisisioner ke-1 (Pancingan/Putaran ke-0)

Pada tahap ini dilakukan wawancara maupun pemberian kuisisioner pada 5 responden yang telah tersebut pada Gambar 4.4. pada wawancara ini disampaikan maksud tujuan pemberian kuisisioner dan cara pengisiannya. Juga diberitahukan pula bahwa kuisisioner ini merupakan kuisisioner pertama yang akan digunakan sebagai acuan pada kuisisioner berikutnya yang akan disampaikan pada responden selanjutnya. Contoh kuisisioner ke-1 bisa dilihat pada lampiran 1.



## RESPONDEN IDENTIFIKASI MULTI ATRIBUT



Gambar 4.4. Diagram Responden Penentuan Multi Atribut Dan Perbandingan Berpasangan

### b. Penyusunan Ulang Hasil Kuisioner Ke-1

Hasil dari kuisioner ke-1 (putaran ke-0) disusun ulang dalam bentuk tabel rekapan keseluruhan multi atribut serta dilengkapi alasan mengapa multi atribut digunakan, yang selanjutnya diberikan lagi pada 5 responden saat kuisioner ke-2. Hasil tabel rekapan multi atribut dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.1 Multi Atribut Hasil Kuisioner Ke-1

No	Atribut dan Sub Atribut
<b>1.</b>	<b>Biaya</b>
1a.	Kemudahan Cara Pembelian
1b.	Harga Beli
<b>2.</b>	<b><i>Maintenance &amp; Repair</i></b>
2a.	Kemudahan Spare Part
2b.	Layanan Purna Jual
2c.	Kehandalan
<b>3.</b>	<b>Operasional</b>
3a.	Daya
3b.	Fuel Consumption
3c.	Productivity

**c. Pemberian Kuisioner ke-2 (Putaran ke -1)**

Hasil penyusunan ulang Tabel 4.1 multi atribut diberikan ke 5 responden tersebut.

Tabel 4.2 Multi Atribut Hasil Kuisioner ke-2

No	Atribut dan Sub Atribut	R1	R2	R3	R4	R5
<b>1.</b>	<b>Biaya</b>					
1a.	Kemudahan Cara Pembelian	√	√	√	√	√
1b.	Harga Beli	√	√	√	√	√
<b>2.</b>	<b><i>Maintenance &amp; Repair</i></b>					
2a.	Kemudahan Spare Part	√	√	√	√	√
2b.	Layanan Purna Jual	√	√	√	√	√
2c.	Kehandalan	√	√	√	√	√
2d.	Kemudahan <i>Service, Repair &amp; Modifikasi</i>				√	
2e.	Harga Jual Kembali			√		
<b>3.</b>	<b>Operasional</b>					
3a.	Daya	√	√	√	√	√
3b.	Fuel Consumption	√	√	√	√	√
3c.	Productivity	√	√	√	√	√
3d.	Kemudahan Pengoperasian	√				
3e.	Keamanan dan Kenyamanan		√			

Dari hasil wawancara Kepala Divisi Asset menambahkan sub atribut harga Jual Kembali pada atribut *Maintenance & Repair*, Kepala Divisi *Operation* menambahkan sub atribut Kemudahan *Service, Repair & Modifikasi* pada atribut *Maintenance & Repair*, Kepala Departement *Supply Chain* menambahkan sub atribut Kemudahan Pengoperasian pada atribut Operasional, dan Kepala Departement *Plant Operation* menambahkan sub atribut Keamanan dan Kenyamanan pada atribut Operasional sehingga hasil dari kuisioner ke-2 adalah Tabel 4.2 dengan alasan sebagai berikut:

1. Pada sub atribut harga jual kembali, beliau beralasan bahwa apabila unit sudah melewati masa *economic used life*, maka harus ada strategi terhadap unit tersebut dan salah satunya adalah dijual atau di tukar tambah, sehingga perlu diperhatikan juga kemauan pasar dan harga jual kembali dari unit tersebut.
2. Pada sub atribut Kemudahan *Service, Repair & Modifikasi* beliau menyatakan bahwa sub atribut ini kemudahan *Service, Repair & Modifikasi* berkaitan dengan kecepatan penanganan apabila ada kerusakan.

Kemudahan modifikasi juga diperlukan bila mana suatu saat unit digunakan untuk keperluan dan aplikasi yang lain sehingga tidak memerlukan unit lain lagi, dan semuanya diharapkan agar *physical availability* dapat terjaga dengan baik.

3. Pada sub atribut kemudahan pengoperasian, beliau memberikan alasan bahwa semakin mudah unit dioperasikan, maka diharapkan akan semakin meningkatkan produktivitas kerja dan juga dapat menghemat biaya dan waktu yang digunakan untuk kegiatan training operator.
4. Pada sub atribut keamanan & kenyamanan beliau memberikan alasan bahwa keamanan berkaitan dengan keselamatan operator dalam mengoperasikan unit yang dapat meminimkan kecelakaan. Pada sub atribut keamanan dikatakan penting karena apabila terjadi kecelakaan maka pihak yang paling dirugikan selain operator juga perusahaan karena biaya untuk perbaikan ditanggung oleh perusahaan tetapi akibat yang paling merugikan perusahaan adalah tidak dapat beroperasinya unit tersebut. Untuk kenyamanan, berdasarkan pengalaman dilapangan yang dihadapi, apabila operator nyaman dalam bekerja maka akan dapat meningkatkan produktivitas operator dalam bekerja dan juga meminimalisasi adanya penyakit akibat kerja.

#### d. Pemberian Kuisioner ke-3 (putaran ke-2)

Pemberian kuisioner ke-3 ini diberikan ke-5 responden yaitu Tabel 4.2 multi atribut hasil kuisioner ke-2. Dari hasil wawancara tersebut ternyata didapatkan dari ke 5 responden telah memilih keseluruhan multi atribut, bisa dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Multi Atribut Hasil Kuisioner Ke-3

No	Atribut dan Sub Atribut	R1	R2	R3	R4	R5
<b>1.</b>	<b>Biaya</b>					
1a.	Kemudahan Cara Pembelian	√	√	√	√	√
1b.	Harga Beli	√	√	√	√	√
<b>2.</b>	<b><i>Maintenance &amp; Repair</i></b>					
2a.	Kemudahan Spare Part	√	√	√	√	√
2b.	Layanan Purna Jual	√	√	√	√	√
2c.	Kehandalan	√	√	√	√	√

2d.	Kemudahan Service, Repair & Modifikasi	√	√	√	√	√
2e.	Harga Jual Kembali	√	√	√	√	√
<b>3.</b>	<b>Operasional</b>					
3a.	Daya	√	√	√	√	√
3b.	Fuel Consumption	√	√	√	√	√
3c.	Productivity	√	√	√	√	√
3d.	Kemudahan Pengoperasian	√	√	√	√	√
3e.	Keamanan dan Kenyamanan	√	√	√	√	√
	Nilai	100%	100%	100%	100%	100%

#### e. Pemberian Kuisioner ke-4 (putaran ke-3 )

Pada pemberian kuisioner ke-4 peneliti memberi waktu satu minggu untuk kesempatan berpikir apakah multi atribut tersebut sudah memadai digunakan sebagai parameter pemilihan *Excavator*. Ternyata hasil wawancara dengan ke 5 responden tersebut menghasilkan pendapat yang sama dengan kuisioner ke-3 . Hal ini berarti pendapat dari ke 5 responden telah konsisten, dengan demikian hasil dari kuisioner ini sudah bisa digunakan untuk menyusun tabel matrik perbandingan berpasangan.

#### 4.4.2 Alasan Pemilihan Atribut dan Sub Atribut

Pada saat pemilihan atribut dan sub atribut dengan menggunakan metode Delphi para responden memiliki alasan-alasan dalam pemilihan *Excavator* yang cocok digunakan pada penambangan sirtu di daerah Gempol Pasuruan . Alasan alasan tersebut direkap dalam keterangan di bawah ini :

##### 1. Biaya

##### a. Harga Beli :

Biaya *Owning cost* / harga beli merupakan atribut yang penting karena semakin tinggi investasi awal berarti semakin berat untuk mencapai BEP (*Break Event Point*). Selain itu investasi besar diawal juga bisa mempengaruhi cash flow dari perusahaan.

##### b. Kemudahan cara pembelian

Kemudahan cara pembelian juga menjadi pertimbangan penting, dimana menentukan juga bagaimana pembelian unit tersebut dilakukan

yaitu dengan leasing langsung ke pihak dealership maupun harus menggunakan pihak ke tiga.

## 2. Maintenance & Repair

Dalam hal ini melakukan perencanaan dan mengontrol *maintenance*/perawatan serta perbaikan untuk kelancaran operasional peralatan yang efektif dan efisien sangat diperlukan. Hal-hal yang mendukung dari bagian ini antara lain :

### a. Kemudahan spare part

Pengadaan spare part berpengaruh terhadap *down time* unit. Semakin mudah didapatkan, semakin cepat waktu diperlukan untuk memperbaiki unit yang rusak sehingga *down time* semakin sedikit, begitu pula sebaliknya.

### b. Layanan purna jual

Layanan purna jual meliputi *warranty* dan ketersediaan *counter customer service*. Unit baru biasanya dilindungi oleh jaminan/*warranty* dalam periode tertentu, semakin lama jaminan semakin “aman” terhadap kerusakan. Ketersediaan counter customer service juga perlu diperhatikan untuk mempermudah dalam konsultasi dan komunikasi dengan dealer serta mempermudah proses klaim *warranty* tersebut

### c. *Resale unit* (harga jual kembali dan kemudahan jual) setelah *economic use life*, besar harga jual kembali yang tinggi dan kemudahan menjual menjadi pertimbangan.

### d. Kemudahan penanganan meliputi penanganan *maintenance* dan perbaikan unit akan dapat menguraingi *down time* unit. Kemudahan modifikasi (*General Usage*) adalah kemudahan membuat perubahan/memodifikasi dari suatu unit *Excavator* apabila dibutuhkan suatu penyesuaian pekerjaan.

### e. Kehandalan merupakan daya tahan terhadap kerusakan dari suatu unit *Excavator* dalam penggunaanya. Semakin handal semakin mengurangi biaya maintenance dan perbaikan, serta *down time*.

### 3. Operasional

Operasional merupakan hal-hal yang berkaitan dengan kelancaran operasional pertambangan, meliputi :

- a. Daya merupakan ukuran kekuatan dari unit *Excavator* dalam melakukan *digging force*, serta mengangkat beban tersebut.
- b. Kemudahan pengoperasian unit *Excavator* adalah hal yang sangat mendukung dalam kelancaran penambangan. Dengan mudahnya pengoperasian unit *Excavator* akan mudah mencari operator dan tidak perlu memberikan training tambahan sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya traning. Juga akan meminimalisasi kesalahan pengoperasian.
- c. *Fuel Consumption* yaitu jumlah *Fuel* (bahan bakar) yang dibutuhkan oleh *Excavator* untuk melakukan pekerjaan dalam periode waktu tertentu biasanya dalam jam. Semakin tinggi fuel yang dibutuhkan, maka semakin tinggi pula biaya yang dikeluarkan begitu pula sebaliknya,
- d. Produktivitas sebuah *Excavator* dihitung dalam  $m^3/jam$ . Produktivitas dipengaruhi oleh *cycle time*/waktu siklus dalam proses *loading*. Semakin tinggi produktivitas maka semakin tinggi produksi yang didapatkan dalam suatu periode waktu tertentu.
- e. Keamanan dan Kenyamanan berhubungan langsung dengan keselamatan operator dalam mengendalikan unit *Excavator* dan kelancaran operasional, meningkatkan ketahanan dan konsentrasi kerja personel yang seharusnya bisa meningkatkan produktivitas kerja.

#### 4.4.3 Alternatif *Excavator*

Dalam penelitian ini untuk mendapatkan alternatif *Excavator* yang akan dipilih berdasarkan beberapa kondisi dan aspek yaitu kondisi perusahaan, baik secara finansial, operasional dan kesiapan perawatan, kondisi medan dan material, serta pengalaman terdahulu dan masukan dari pihak luar, maka ada tiga alternatif yaitu *Excavator* kelas 50 Ton yaitu C, K dan D.

Berikut akan dibahas beberapa kondisi alternatif-alternatif *Excavator* yang sesuai dengan pertambangan sirtu :

A. *Excavator C*

1. Biaya

- a. Harga beli : Rp. 3.400.000.000
- b. Kemudahan cara Pembelian : Pembelian *Excavator* ini di Indonesia bisa langsung melalui distributor tunggal dengan cara leasing melalui, badan pembiayaan yang merupakan rekanan distributor. Sistem pembelian normal biasanya dengan *Down Payment* 20% dari harga beli dan di angsur maksimal sampai dengan 5 tahun.

2. *Maintenance & Repair*

- a. Kemudahan spare parts: Agak mudah, untuk *parts* original bisa di dapatkan di kantor cabang dan *counter spare parts* bisa ditemukan hampir di setiap ibu kota propinsi di Indonesia. Untuk *spare parts exchange/non* original susah ditemukan dipasaran sehingga sangat bergantung pada dealer untuk pengadaan spare partsnya, meskipun di dealer sendiri secara *overall* tidak ada masalah dengan semua parts dan *delay time delivery* juga bisa dikelola dengan baik.
- b. Layanan Purna Jual : Untuk layanan purna jual dari dealer bagus karena layanan service cukup bagus dari dealer, ketepatan waktu untuk penanganan unit juga cepat. Warranty juga diberikan dealer 3000 jam atau 6 bulan mana yang tercapai lebih dahulu *free parst* dan man power.
- c. Harga jual kembali : Harga jual kembali setelah habis masa *life* nya (sekitar 16000 jam) untuk *Excavator C* masih bagus dan banyak diminati. Dealer unit tersebut juga mempunyai divisi *Used Equipment*, jadi bisa dijual kembali atau tukar tambah di dealer tersebut.
- d. Kemudahan *Service, Repair* dan *Maintenance*  
Untuk service, repair dan maintenance dari distributor juga memberikan layanan manpower untuk trouble shooting, dan serta memberikan training kepada customer untuk bisa melakukan repair

dan maintenance sendiri. Kekurangannya adalah unit ini sudah electrical unit dengan teknologi yang tinggi sehingga diperlukan skill dan tools khusus untuk beberapa kasus kerusakan, sehingga ketergantungan terhadap *service dealer* menjadi cukup tinggi.

- e. Kehandalan : handal dan tahan lama, tidak banyak ditemukan kerusakan major pada komponen komponen penting sampai umur *used life* sekitar 16000 jam.

### 3. Operasional

- a. Daya

Engine Power untuk unit ini adalah 379 KW, 377 hp pada 1900 rpm.

- b. Kemudahan Pengoperasian

Untuk pengoperasian menjadi lebih mudah karena banyak yang sudah menggunakan electrical sistem dan teknologi yang cukup modern sehingga memudahkan operator

- c. *Fuel Consumption*

Fuel consumption per jam adalah 37 sd 40 liter untuk aplikasi range medium high.

- d. Productivity

Untuk unit ini *swing speed* = 8,7 rpm dan *bucket capacity* untuk aplikasi general duty adalah 3,60m<sup>3</sup> dengan *bucket digging force* 267 KN.

- e. Keamanan dan kenyamanan

Keamanan dan kenyamanan unit sudah dilengkapi dengan beragam aksesoris mulai AC, seat belt, dan rangka besi untuk cabin operator. Unit juga dilengkapi dengan *fire suppression* yang berfungsi untuk pemadam api otomatis dan autolube untuk lubrikasi otomatis.

## B. *Excavator K*

### 1. Biaya

- a. Harga beli : Rp 3.200.000.000
- b. Kemudahan cara pembelian : Pembelian *Excavator* ini di Indonesia bisa langsung melalui bank maupun lembaga pembiayaan, sehingga



lebih banyak opsi pilihan. Sistem pembelian normal biasanya dengan *Down Payment* 20% dari harga beli dan di angsur maksimal sampai dengan 5 tahun.

## 2. Maintenance & Repair

- a. Kemudahan spare parts: mudah, untuk parts original bisa di dapatkan di kantor cabang dan *counter spare parts* bisa ditemukan hampir di setiap ibu kota propinsi di Indonesia. Untuk spare parts *exchange/non original* juga lebih ditemukan di pasaran sehingga tidak bergantung pada dealer untuk pengadaan *spare partsnya*, meskipun di dealer sendiri secara *overall* tidak ada masalah dengan semua parts dan *delay time delivery* juga bisa dikelola dengan baik.
- b. Layanan Purna Jual : Untuk layanan purna jual dari dealer bagus karena layanan service cukup bagus dari dealer, ketepatan waktu untuk penanganan unit juga cepat. *Warranty* juga diberikan dealer 6000 jam atau 12 bulan mana yang tercapai lebih dahulu *free part* dan man power.
- c. Harga jual kembali : Harga jual kembali setelah habis masa life nya (sekitar 16000 jam) untuk *Excavator K* masih bagus dan banyak diminati. Dealer resmi juga ada program tukar tambah unit.
- d. Kemudahan Service, Repair dan Maintenance  
Untuk service, repair dan maintenance dari dealer juga memberikan layanan manpower untuk *trouble shooting*, dan juga memberikan training kepada costumer untuk bisa melakukan repair dan maintenance sendiri. Unit ini masih menggunakan semi manual dan electrical sehingga beberapa komponen masih bisa dikerjakan sendiri tanpa memerlukan tools khusus.
- e. Kehandalan : handal dan tahan lama, tidak banyak diemukan kerusakan major pada komponen-komponen penting sampai umur *used life* sekitar 16000 jam.

## 3. Operasional

### a. Daya

Engine Power untuk unit ini adalah 247 KW, 335 hp pada 1900 rpm.

b. Kemudahan Pengoperasian

Untuk pengoperasian menjadi lebih mudah karena banyak yang sudah menggunakan electrical sistem dan teknologi yang cukup modern sehingga memudahkan operator.

c. *Fuel Consumption*

*Fuel consumption* per jam adalah 38 sd 41 liter untuk aplikasi range medium high.

d. *Productivity*

Untuk unit ini *swing speed* =9,1 rpm dan *bucket capacity* untuk aplikasi general *duty* adalah 3,60 m3 dengan *bucket digging force* 275 KN.

e. Keamanan dan kenyamanan

Keamanan dan kenyamanan unit sudah dilengkapi dengan beragam aksesoris mulai AC, seat belt, dan rangka besi untuk cabin operator. Unit juga dilengkapi dengan fire suppression yang berfungsi untuk pemadam api otomatis dan *autolube* untuk lubrikasi otomatis. *Excavator* ini juga dilengkapi dengan *safety lock lever* sehingga unit tidak bisa digerakkan apabila *lock lever* belum di *release*.

C. *Excavator D*

1. Biaya

a. Harga beli : Rp. 2.900.000.000

b. Kemudahan cara Pembelian : Pembelian *Excavator* ini di Indonesia bisa langsung melalui bank maupun lembaga pembiayaan, sehingga lebih banyak opsi pilihan. Sistem pembelian normal biasanya dengan Down Payment 20% dari harga beli dan di angsur maksimal sampai dengan 5 tahun.

2. Maintenance & Repair

a. Kemudahan *spare parts*: agak sulit, untuk parts original bisa di dapatkan di kantor cabang dan counter spare parts dari dealer penyalur resmi, tetapi tidak di semua kota besar/ibukota propinsi ada. Untuk spare parts exchange/non original juga sulit ditemukan di pasaran

sehingga bergantung pada dealer untuk pengadaan spare partsnya, dan di dealer sendiri sering tidak available dan harus booking order ke negara produsen sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendatangkannya, *delay time delivery* juga menjadi tinggi.

- b. Layanan Purna Jual : Untuk layanan purna jual dari dealer kurang bagus karena layanan service kurang bagus dari dealer, ketepatan waktu untuk penanganan unit juga relatif lambat. *Warranty* juga diberikan dealer 3000 jam atau 6 bulan mana yang tercapai lebih dahulu free part dan man power.
- c. Harga jual kembali : Harga jual kembali setelah habis masa *life* nya (sekitar 16000 jam) untuk *Excavator D* kurang bagus dan kurang banyak diminati. Sehingga susah untuk menjual unit bekas *Excavator D* tersebut.
- d. Kemudahan Service, Repair dan Maintenance  
Untuk service, repair dan maintenance juga memberikan layanan manpower untuk *trouble shooting*, dan juga memberikan training kepada costumer untuk bisa melakukan repair dan maintenance sendiri. Unit ini masih menggunakan manual sistem sehingga beberapa komponen masih bisa dikerjakan sendiri tanpa memerlukan tools khusus.
- e. Kehandalan : kurang handal, banyak diemukan kerusakan major pada komponen komponen penting pada umur sebelum used life sekitar 16000 jam.

### 3. Operasional

- a. Daya  
Engine Power untuk unit ini adalah 222 KW, 301 hp pada 2000 rpm.
- b. Kemudahan Pengoperasian  
Untuk pengoperasian masih banyak menggunakan manual sistem dan teknologi yang belum modern sehingga agak menyulitkan operator.
- c. Fuel Consumption  
Fuel consumption per jam adalah 30 sd 35 liter untuk aplikasi range medium high.

d. Productivity

Untuk unit ini *swing speed* = 10,3 rpm dan *bucket capacity* untuk aplikasi general *duty* adalah 3,20 m<sup>3</sup> dengan *bucket digging force* 250 KN.

e. Kemanan dan kenyamanan

Keamanan dan kenyamanan unit sudah dilengkapi dengan beragam aksesoris mulai AC, seat belt, dan rangka besi untuk cabin operator. Tapi unit belum dilengkapi dengan *fire suppression* yang berfungsi untuk pemadam api otomatis dan autolube untuk lubrikasi otomatis.

#### 4.5 Perolehan Data Kuantitatif Dengan Matrik Perbandingan Berpasangan

Matrik perbandingan berpasangan diperoleh dengan cara menyusun ulang Multi atribut hasil dari perolehan dengan metode Delphi. Multi atribut tersebut dipasangkan satu sama lain dengan diberikan skala penilaian tertentu. Sebagai contoh pada Tabel 4.4. untuk selengkapnya bisa dilihat pada lampiran 2.

Tabel 4.4 Contoh matrik perbandingan berpasangan sesuai hasil wawancara

1. Perbandingan antar atribut

No	Nama Atribut	Kode	Skala Penilaian																	Kode	Nama Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Biaya	BY											✓							MR	Maintenance & Repair
2	Biaya	BY										✓								OP	Operasional
3	Maintenance & Repair	MR									✓									OP	Operasional

Untuk menambah keakuratan dari data diperoleh agar hasil penelitian optimal maka matrik perbandingan berpasangan diberikan kepada :

1. Wakil Direktur Utama

Matrik perbandingan berpasangan antar atribut

2. Direktur *Finance & Support*

Matrik perbandingan berpasangan untuk multi atribut Biaya dan *Maintenance & Repair*

3. Direktur *Bussines & Development*

Matrik perbandingan berpasangan untuk multi atribut Operasional

Karena masing-masing kelompok atribut diberikan kepada satu orang yang kompeten dibidangnya dan direkap oleh penulis maka data hasil kuisioner matrik

berpasangan bisa langsung diolah dengan aturan AHP yang alurnya sudah diterangkan pada Bab 3.

#### 4.6 Penentuan Bobot Normal (Relatif) Multi Atribut

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan metode dalam mengambil keputusan, pada kasus ini keputusan yang harus diambil yaitu menentukan *Excavator* yang mana paling sesuai untuk pertambangan. Berdasarkan tahapan yang harus dilakukan pada metode AHP, maka perlu dilakukan pembobotan terlebih dahulu pada atribut maupun sub atribut yang telah ditetapkan. Nilai pembobotan tersebut merupakan hasil dari analisa pemberian nilai bobot pada masing-masing atribut maupun sub atribut melalui matrik perbandingan berpasangan. Adapun hasil pembobotan dari masing-masing atribut maupun sub atribut berdasarkan pertimbangan Pengambil Keputusan sebagai berikut:

##### a. Perbandingan Berpasangan Antar Atribut

Pada perbandingan berpasangan antar atribut pertimbangan pemberian skala penilaian dilakukan oleh Wakil Direktur Utama “PT. XYZ” dengan hasil seperti pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Matrik Penilaian Perbandingan Antar Atribut

No	Kode	Skala Penilaian																Kode
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	BY											√						MR
2	BY										√							OP
3	MR									√								OP

Keterangan kode atribut:

BY = Biaya, MR= *Maintenance & Repair*, OP= Operasional

Selanjutnya dari matrik penilaian perbandingan antar atribut ini dimasukkan ke matrik perbandingan berpasangan antar atribut Tabel 4.7 dengan pola persamaan di bawah ini.

$$\frac{w_i}{w_j} = a_{(i,j)}$$

Dimana : I = baris ke-1,2,.....,n

J = kolom ke-1,2,.....,n

Dalam hal ini tabel matrik perbandingan berpasangan dengan unsur-unsurnya adalah  $a_{(i,j)}$  , dengan  $i,j = 1,2,....,n$ . Pada kasus ini matrik perbandingan berpasangan antar atribut mempunyai ordo 3x3 sedangkan kolom ke-j dan baris ke-I diwakili oleh jenis atribut, secara berurutan 1) diwakili atribut Biaya (BY), 2) diwakili oleh atribut Operasional (OP) dan 3) diwakili oleh atribut *Maintenance dan Repair* (MR).

Tabel 4.6 Matrik Perbandingan Berpasangan Antar Atribut

Atribut	BY	OP	MR
BY	1	0,5	0,33
OP	2	1	1
MR	3	1	1
$\Sigma=$	6	2,5	2,33

Jika  $C_1$  adalah jumlah skala perbandingan pada kolom ke-i, sehingga dapat dinyatakan seperti pada persamaan di bawah ini

$$C_1 = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (2.2)$$

dan

$$w_{ij} = \frac{a_{ij}}{C_i} \quad (2.3)$$

Dimana :

$w_{ij}$  = bobot prioritas elemen pada baris ke-i dan kolom ke-j yang telah dilakukan normalisasi

Dengan menggunakan persamaan (2.2) sehingga didapatkan dari table 4.6 beberapa nilai  $C_i$  sebagai berikut:  $C_1 = (1+2+3) = 6$  ;  $C_2 = (0,5+1+1) = 2,5$  ;  $C_3 = (0,33+1+1) = 2,33$ . Selanjutnya untuk  $w_{ij}$  didapat dari persamaan (2.3), sebagai contoh  $w_{11} = a_{11}/C_1 = 1/6 = 0,17$  ;  $w_{21} = a_{21}/C_1 = 2/6 = 0,33$  untuk selengkapnya sampai  $w_{33}$  bisa dilihat pada Tabel 4.8.

$$W_i = \sum_{j=1}^n \frac{w_{ij}}{n} \quad (2.4)$$

dimana

$W_i$  = Bobot normal (relatif) yang menunjukkan urutan prioritas dari elemen suatu level dalam struktur keputusan

Nilai bobot normal ( $W_i$ ) diperoleh dengan persamaan (2.4) yaitu :

$$W_1 = \left( \frac{w_{11} + w_{12} + w_{13}}{3} \right) = \left( \frac{0,17 + 0,20 + 0,14}{3} \right) = \frac{0,51}{3} = 0,17$$

$$W_2 = \left( \frac{w_{21} + w_{22} + w_{23}}{3} \right) = \left( \frac{0,33 + 0,40 + 0,43}{3} \right) = \frac{1,16}{3} = 0,39$$

$$W_3 = \left( \frac{w_{31} + w_{32} + w_{33}}{3} \right) = \left( \frac{0,50 + 0,40 + 0,43}{3} \right) = \frac{1,33}{3} = 0,44$$

seluruh hasil perhitungan nilai bobot normal atribut tersusun di Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Normalisasi Matrik Perbandingan Berpasangan Antar Atribut.

Atribut	BY	OP	MR	Jumlah	Bobot Normal
BY	0,17	0,20	0,14	0,51	0,17
OP	0,33	0,40	0,43	1,16	0,39
MR	0,50	0,40	0,43	1,33	0,44
$\Sigma =$				3,00	1,00

$$\lambda_{max} = \sum_{j=1}^n C_i \cdot W_i \quad (2.5)$$

Dimana :

$\lambda_{max}$  = nilai eigen maksimum

n = jumlah orde matrik

$C_i$  = jumlah skala perbandingan pada kolom ke-i dari suatu matrik

$W_i$  = bobot relatif yang menunjukkan urutan prioritas elemen matrik

setelah melakukan keseluruhan perbandingan berpasangan, berikutnya menentukan konsistensi dengan menggunakan nilai eigen maksimum ( $\lambda_{max}$ ) untuk menghitung indek konsistensi (*consistency index* (CI)) sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.6)$$

Dimana :

$\lambda_{max}$  = nilai eigen maksimum

n = ukuran matrik

Penentuan konsistensi dapat diperiksa melalui rasio konsistensi/ consistency rasio (CR) yaitu :

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.7)$$

Dimana :

RI = nilai indek random, lihat tabel

Jika nilai CR tidak melebihi 0,1 ( $CR < 0,1$ ) maka hasil penilaian tersebut dapat diterima atau dipertanggungjawabkan, namun jika melebihi 0,1 matrik perbandingan tidak konsisten sebaiknya ditinjau ulang dan diperbaiki lagi.

Berikut ini adalah perhitungan untuk memperoleh rasio konsistensi /*consistency ratio* (CR) sesuai dengan prosedur yang telah diuraikan di atas.

- a. Langkah pertama kita dapatkan dulu nilai eigen maksimum ( $\lambda_{max}$ ) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}(\lambda_{max}) &= (C_1 \times W_1) + (C_2 \times W_2) + (C_3 \times W_3) \\&= (6 \times 0,17) + (2,5 \times 0,39) + (2,33 \times 0,44) \\&= 3,021\end{aligned}$$

- b. Langkah kedua menghitung indeks konsistensi/*consistency index* (CI) yaitu :

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,021 - 3}{3 - 1} = 0,010$$

- c. Selanjutnya setelah indeks konsistensi diketahui maka rasio konsistensi (CR) baru bisa ditentukan sebagaimana di bawah ini.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,010}{0,58} = 0,018$$

RI = nilai indeks random merujuk pada Tabel 2.5, untuk  $n = 3$  maka  $RI = 0,58$ .

Karena nilai  $CR = 0,018$  atau kurang dari 0,1 maka hasil dari penilaian matrik perbandingan berpasangan adalah konsisten.

Sesuai hasil perhitungan nilai bobot normal atribut dan pengecekan nilai konsistensinya di atas, maka dari Tabel 4.8 dapat diringkas menjadi Tabel 4.9.

Tabel 4.8 Nilai Bobot Atribut Terhadap Tujuan

No	Atribut	Bobot
1	Biaya	0,17
2	<i>Maintenance &amp; Repair</i>	0,44
3	Operasional	0,39

Dari Tabel 4.8 menunjukkan bahwa Pengambil Keputusan 1 Wakil Direktur Utama menentukan nilai pembobotan untuk atribut Biaya sebesar 0,170, Operasional sebesar 0,387 dan atribut *Maintenance & Repair* sebesar 0,443. Dalam hal ini Pengambil Keputusan 1 Wakil Direktur Utama secara berurutan



menempatkan posisi *Maintenance & Repair* teratas selanjutnya diikuti Operasional dan posisi terendah ditempati oleh atribut Biaya.

Penempatan atribut *Maintenance & Repair* pada urutan utama sangat masuk akal karena didalam pertambangan sirtu sangat penting mengenai Phisical Avaibilitas dari unit *Excavator* karena unit harus selalu siap digunakan untuk operasi. Apabila unit sering *breakdown* maka pelanggan dikhawatirkan akan pindah ke tempat lain. Selain iu apabila melayani unuk project maka bisa mendapat complain dari costumer. Semua ini dapat dicapai apabila *Maintenance & Repair* dapat terjaga dengan baik. Urutan kedua ditempati oleh atribut Operasional dimana pada atribut Operasional sebagai pendukung dari pertambangan sirtu yang berkaitan dengan produktivitas dari operator dan kemampuan unit. Urutan ketiga ditempati oleh atribut Biaya karena harga beli awal berkaitan dengan kecepatan dalam mencapai BEP, semakin murah harga beli semakin ringan unit dalam mencapai BEP.

#### b. Perbandingan Berpasangan Antar Sub Atribut Terhadap Atribut

Dalam kasus ini perbandingan berpasangan antar sub atribut terhadap atribut terdapat pada atribut Biaya, *Maintenance & Repair* dan Operasional. Berikut pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.11 merupakan hasil kuisisioner sub atribut pada atribut Biaya dan *Maintenance & repair* yang penentuan skala penilaiannya dilakukan oleh Direktur Finance & Support “PT.XYZ”

Tabel 4.9 Perbandingan Antar Sub Atribut Pada Atribut Biaya

No	Kode	Skala Penilaian																Kode
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	KCP									√								HBC

Keterangan kode sub atribut:

KCP : Kemudahan Cara Pembelian  
HBC : Harga Beli

Untuk hasil akhir perhitungan bobot sub atribut dari atribut Biaya bisa dilihat pada Tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10 Bobot Sub Atribut Dari Atribut Biaya

No	Sub atribut	Bobot
1	Kemudahan Cara Pembelian	0,5
2	Harga Beli	0,5

Tabel 4.11 Perbandingan Antar Sub Atribut Pada Atribut *Maintenance & Repair*

No	Kode	Skala Penilaian																	Kode
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	KSP									√									LPJ
2	KSP									√									SRM
3	KSP							√											HJK
4	KSP									√									KHD
5	LPJ									√									SRM
6	LPJ							√											HJK
7	LPJ									√									KHD
8	SRM							√											HJK
9	SRM									√									KHD
10	HJK															√			KHD

Keterangan kode sub atribut:

KSP : Kemudahan Spare Part  
 LPJ : Layanan Purna Jual  
 SRM : Kemudahan Service, Repair & Modifikasi  
 KHD : Kehandalan  
 HJK : Harga Jual Kembali

Sedangkan prosedur perhitungan untuk mendapatkan masing-masing nilai bobot normalnya (relatif) sama dengan prosedur perhitungan nilai bobot atribut terhadap tujuan diatas yang tersaji pada lampiran 3. Untuk hasil akhir perhitungan bobot sub atribut dari atribut Maintenance & Repair bisa dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Bobot Sub Atribut Dari Atribut *Maintenance & Repair*

No	Sub atribut	Bobot
1	Kemudahan Spare Part	0,22
2	Layanan Purna Jual	0,22
3	Kemudahan Service, Repair & Modifikasi	0,22
4	Kehandalan	0,27
5	Harga Jual Kembali	0,06

Berdasarkan nilai pembobotan sub atribut *Maintenance & Repair* pada Tabel 4.12. menunjukkan bahwa sub atribut Kehandalan menempati posisi teratas 0.27, hal ini bisa dikatakan bahwa semakin handal suatu kendaraan maka kemungkinan untuk breakdown semakin kecil sehingga kesiapan unit *Excavator* dapat lebih terjaga yang dapat mendukung faktor terpenting dari pertambangan yaitu *availability unit*.

Berikutnya disusul sub atribut kemudahan *spare part* (0,22) yang menempati urutan kedua. Kemudahan *spare part* sangat berkaitan dengan down time dan biaya spare part suatu unit dimana semakin kita mudah mendapatkan suatu *spare part* maka dapat mengurangi *down time* suatu unit selain itu tersedianya *spare part* dengan harga lebih murah dari original dengan kualitas yang hampir sama dengan original maka untuk pembelanjaan spare part yang merupakan salah satu biaya terbesar dapat ditekan.

Kemudahan *Service, Repair & Modifikasi* yang menempati urutan ketiga (0,22), semakin mudah penanganan suatu unit maka kecepatan dan ketepatan dalam penanganan lebih terjaga karena tidak perlu menggunakan tools khusus sehingga apabila terjadi suatu kerusakan bisa langsung ditangani dengan cepat.

Selanjutnya diikuti oleh sub atribut Layanan Purna Jual (0.22), pada atribut layanan purna jual sebagai pendukung dikarenakan layanan purna jual oleh akan memberikan rasa aman bagi costumernya. Hal ini banyak dipengaruhi oleh warranty dan support setelah penjualan, dan di setiap dealer punya aturan dan kebijakan yang berbeda terkait masalah warranty tersebut.

Yang terakhir adalah Harga jual Kembali (0.06), pada atribut harga jual kembali akan penting apabila umur ekonomis dari unit tersebut sudah habis dan siap untuk dijual sehingga perusahaan memiliki modal untuk melakukan regenerasi unit baru dengan mudah karena dealer mempunyai jaminan resale unit.

Untuk selanjutnya yaitu penentuan nilai bobot sub atribut dari atribut operasional yang skala penilaiannya dilakukan oleh Direktur *Bussines & Development* dengan hasil pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Perbandingan Antar Atribut Pada Atribut Operasional

No	Kode	Skala Penilaian																		Kode
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	KPO											√							DYA	
2	KPO													√					PRO	
3	KPO							√											KDK	
4	KPO															√			FCO	
5	DYA													√					PRO	
6	DYA							√											KDK	
7	DYA											√							FCO	
8	PRO					√													KDK	
9	PRO									√									FCO	
10	KDK													√					FCO	

Keterangan kode sub atribut:

KPO : Kemudahan Pengoperasian  
 DYA : Daya  
 PRO : Productivity  
 FCO : Fuel Consumption  
 KDK : Keamanan dan Kenyamanan

Prosedur perhitungan untuk mendapatkan masing-masing nilai bobot normalnya (relatif) masih sama dengan prosedur perhitungan nilai bobot atribut terhadap tujuan di atas dan tersaji pada lampiran 3. Untuk hasil akhir perhitungan bobot sub atribut dari atribut Operasional dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Bobot Sub Atribut Dari Atribut Operasional

No	Sub atribut	Bobot
1	Kemudahan Pengoperasian	0,08
2	Daya	0,13
3	Productivity	0,38
4	Fuel Consumption	0,36
5	Keamanan dan Kenyamanan	0,05

Pada Tabel 4.14 menunjukkan bahwa sub atribut *Productivity* menempati posisi tertinggi dengan bobot 0,38 hal ini menunjukkan bahwa pada atribut *Productivity* merupakan sub atribut yang penting karena akan menenukan kecepatan dalam melakukan loading sehingga semakin tinggi productivity maka akan semakin tinggi juga volume dari sirtu yang dihasilkan sehingga akan

langsung berpengaruh terhadap sirtu yang dijual atau digunakan dalam menyuplai proyek. Productivity langsung berbanding lurus dengan revenue atau pendapatan.

Sub atribut *Fuel Consumption* menempati urutan kedua dengan nilai bobot 0,36, pada sub atribut *Fuel Consumption* berkaitan dengan bahan bakar yang dibutuhkan oleh *Excavator* untuk melakukan pekerjaan dalam periode waktu tertentu biasanya dalam jam. Semakin tinggi *Fuel Consumption* yang dibutuhkan, maka semakin tinggi pula biaya yang dikeluarkan begitu pula sebaliknya.

Sub atribut daya menempati posisi ketiga dengan nilai bobot 0,13, pada sub atribut daya berkaitan dengan kekuatan unit untuk melakukan *digging force*. Dengan daya yang semakin besar, akan mempengaruhi *productivity* dapat tercapai. Selain itu dengan daya yang besar, kemungkinan kerusakan unit dapat di minimalisir karena medan area pertambangan juga cukup keras dan banyak berbatu.

Sub atribut kemudahan pengoperasian menempati posisi keempat dengan nilai bobot 0,08, pada sub atribut kemudahan pengoperasian berkaitan dengan produktivitas operator dimana semakin mudah suatu unit dioperasikan maka tidak memerlukan pelatihan/training khusus sehingga tidak memerlukan biaya untuk melakukan pelatihan/training selain itu akan lebih mudah mencari operator yang dapat mengoperasikan unit.

Sub atribut keamanan dan kenyamanan menempati posisi terakhir yaitu dengan nilai bobot 0,05, pada sub atribut keamanan dan nyaman berkaitan dengan keselamatan pengemudi dalam mengendalikan unit *Excavator* yang dapat meminimalkan kecelakaan. Pada sub atribut keamanan dan kenyamanan dikatakan penting karena apabila terjadi kecelakaan maka pihak yang paling dirugikan selain operator juga perusahaan karena biaya untuk perbaikan ditanggung oleh perusahaan tetapi akibat yang paling merugikan perusahaan adalah tidak dapat beroperasinya unit tersebut.

### **c. Perbandingan Berpasangan Antar Alternative Terhadap Sub Atribut**

Untuk mendapatkan nilai bobot perbandingan antar alternatif terhadap sub alternatif, maka dalam menyelesaikannya dibagi tiga sesuai jumlah atribut sebagai berikut.

**1) Perbandingan Antar Alternatif Terhadap Sub Atribut Dari Atribut Biaya dan Maintenance & Repair**

Berdasarkan hasil kuisioner perbandingan antar alternatif terhadap sub atribut dari atribut Biaya dan atribut *Maintenance & Repair* yang dalam penilaiannya dilakukan oleh Direktur *Finance & Support*, terdapat pada Tabel 4.15 sampai dengan 4.21 sebagai berikut:

**Tabel 4.15. Perbandingan Antar Alternatif Pada Atribut Biaya sub Atribut Kemudahan Cara Pembelian**

No	Kode	Skala Penilaian																	Kode
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	K							√											D
2	K							√											C
3	D									√									C

**Tabel 4.16. Perbandingan Antar Alternatif Pada Atribut Biaya Sub Atribut Harga Beli**

No	Kode	Skala Penilaian																	Kode
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	K													√					D
2	K								√										C
3	D					√													C

**Tabel 4.17. Perbandingan Antar Alternatif Pada Atribut Maintenance & Repair Sub Atribut Kemudahan Spare Part**

No	Kode	Skala Penilaian																	Kode
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	K						√												D
2	K								√										C
3	D												√						C

**Tabel 4.18. Perbandingan Antar Alternatif Pada Atribut Maintenance & Repair Sub Atribut Layanan Purna Jual**

No	Kode	Skala Penilaian																	Kode
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	K			√															D
2	K									√									C
3	D															√			C

Tabel 4.19. Perbandingan Antar Alternatif Pada Atribut **Maintenance & Repair**  
Sub Atribut **Harga Jual Kembali**

No	Kode	Skala Penilaian																Kode	
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8		9
1	K			√															D
2	K									√									C
3	D															√			C

Tabel 4.20. Perbandingan Antar Alternatif Pada Atribut **Maintenance & Repair**  
Sub Atribut **Kemudahan Service, Repair & Modifikasi**

No	Kode	Skala Penilaian																Kode	
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8		9
1	K							√											D
2	K									√									C
3	D											√							C

Tabel 4.21. Perbandingan Antar Alternatif Pada Atribut **Maintenance & Repair**  
Sub Atribut **Kehandalan**

No	Kode	Skala Penilaian																Kode	
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8		9
1	K					√													D
2	K									√									C
3	D													√					C

Keterangan Kode Alternatif

K : *Excavator K*

D : *Excavator D*

C : *Excavator C*

Melalui prosedur yang sama seperti di atas maka dari beberapa hasil kuisioner perbandingan berpasangan antar alternatif terhadap sub atribut dari atribut maintenance & Repair dapat disusun nilai bobot normal (relatif) antar alternatif terhadap sub atribut dari atribut Biaya dan *Maintenace & Repair* pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22. Nilai bobot Alternatif Terhadap Sub Atribut dari Atribut Biaya dan *Maintenance & Repair*

Atribut	Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif		
		K	C	D
Biaya	KCP	0,60	0,20	0,20
	HBC	0,18	0,11	0,70
<i>Maintenance &amp; Repair</i>	KSP	0,54	0,35	0,11
	LPJ	0,47	0,47	0,07
	SRM	0,43	0,43	0,14
	KHD	0,45	0,45	0,09
	HJK	0,47	0,47	0,07

Keterangan kode Sub atribut:

HBC	: Harga Beli	KHD	: Kehandalan
KCP	: Kemudahan Cara Pembelian	HJK	: Harga Jual Kembali
KSP	: Kemudahan Spare Part	K	: <i>Excavator K</i>
LPJ	: Layanan Purna Jual	D	: <i>Excavator D</i>
SRM	: Kemudahan Service, Repair & Modifikasi	C	: <i>Excavator C</i>

## 2) Perbandingan Antar Alternatif Terhadap Sub Atribut Dari Atribut Operasional

Pada kuisioner perbandingan antar alternatif terhadap sub atribut dari atribut operasional yang penilaiannya dilakukan oleh Direktur *Bussines & Development* dengan hasil pada Tabel 4.23 sampai dengan 4.27 sebagai berikut:

Tabel 4.23. Perbandingan Antar Alternatif Pada Atribut **Operasional** Sub Atribut **Kemudahan Pengoperasian**

No	Kode	Skala Penilaian																Kode
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	K											√						D
2	K								√									C
3	D										√							C

Tabel 4.24. Perbandingan Antar Alternatif Pada Atribut **Operasional** Sub Atribut **Daya**

No	Kode	Skala Penilaian																Kode
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	K							√										D
2	K											√						C
3	D													√				C



Tabel 4.25. Perbandingan Antar Alternatif Pada Atribut **Operasional** Sub Atribut **Fuel Consumption**

No	Kode	Skala Penilaian																Kode
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	K										√							D
2	K									√								C
3	D					√												C

Tabel 4.26. Perbandingan Antar Alternatif Pada Atribut **Operasional** Sub Atribut **Productivity**

No	Kode	Skala Penilaian																Kode	
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8		9
1	K											√							D
2	K											√							C
3	D							√											C

Tabel 4.27. Perbandingan Antar Alternatif Pada Atribut **Operasional** Sub Atribut **Keamanan Dan Kenyamanan**

No	Kode	Skala Penilaian																Kode	
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8		9
1	K									√									D
2	K									√									C
3	D									√									C

Dengan prosedur yang sama seperti di atas (lihat lampiran 3) maka dari beberapa hasil kuisioner perbandingan berpasangan antar alternatif terhadap sub atribut Operasional, dapat disusun nilai bobot normal (relatif) antar alternatif terhadap sub atribut dari atribut operasional pada Tabel 4.28

Tabel 4.28. Nilai Bobot Alternatif Terhadap Sub Atribut dari Atribut Operasional

Atribut	Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif		
		K	C	D
Operasional	KPO	0,30	0,33	0,37
	DYA	0,26	0,63	0,11
	PRO	0,14	0,29	0,57
	FCO	0,15	0,21	0,64
	KDK	0,33	0,33	0,33

Keterangan kode Sub atribut:

KPO : Kemudahan Pengoperasian  
 DYA : Daya  
 PRO : Productivity  
 FCO : Fuel Consumption

KDK : Keamanan dan Kenyamanan  
 K : *Excavator K*  
 D : *Excavator D*  
 C : *Excavator C*

#### 4.7 Penentuan Nilai Bobot Absolut Multi Atribut

Supaya memudahkan untuk menentukan bobot absolute multi atribut maka hasil perhitungan diatas disusun ulang dalam Tabel 4.29

**Bobot absolute sub atribut** terhadap atribut didapatkan dengan cara mengalikan bobot relatif atribut dengan bobot relatif sub atribut sebagai contoh:

Bobot absolute sub atribut Harga beli ( HBC) =  $0,170 \times 0,500 = 0,085$

Bobot absolute sub atribut kemudahan spare part (KSP) =  $0,443 \times 0,222 = 0,098$  dan seterusnya

Tabel 4.29 Bobot Relatif Multi Atribut

Atribut	Bobot	sub Atribut	Bobot Relatif Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif		
				K	C	D
BY	0,170	KCP	0,500	0,60	0,20	0,20
		HBC	0,500	0,18	0,11	0,70
MR	0,443	KSP	0,222	0,54	0,35	0,11
		LPJ	0,222	0,47	0,47	0,07
		SRM	0,222	0,43	0,43	0,14
		KHD	0,269	0,45	0,45	0,09
		HJK	0,065	0,47	0,47	0,07
OP	0,387	KPO	0,080	0,30	0,33	0,37
		DYA	0,133	0,26	0,63	0,11
		PRO	0,375	0,14	0,29	0,57
		FCO	0,358	0,15	0,21	0,64
		KDK	0,053	0,33	0,33	0,33

Keterangan kode Sub atribut

KPO : Kemudahan Pengoperasian  
 DYA : Daya  
 PRO : Productivity  
 FCO : Fuel Consumption  
 KDK : Keamanan dan Kenyamanan  
 HBC : Harga Beli  
 KCP : Kemudahan Cara Pembelian  
 KSP : Kemudahan Spare Part

LPJ : Layanan Purna Jual  
 SRM : Kemudahan Service, Repair & Modifikasi  
 KHD : Keandalan  
 HJK : Harga Jual Kembali  
 K : *Excavator K*  
 D : *Excavator D*  
 C : *Excavator C*

Begitu juga untuk **bobot absolut alternatif** terhadap sub atribut yaitu dengan cara mengalikan bobot relatif alternatif dengan bobot absolut sub atribut, sebagai contoh: bobot absolute K terhadap sub atribut harga beli (HBC) =  $0,600 \times 0,085 = 0,051$ , untuk selengkapnya bisa dilihat pada lampiran 3. Hasil keseluruhan perhitungan bobot absolute sub atribut maupun bobot absolute alternatif terhadap sub atribut disusun ulang dalam Tabel 4.30

Setelah bobot atribut dan sub atribut ditentukan, berikutnya bagaimanakah hal tersebut berpengaruh terhadap bobot prioritas alternatif pada *Excavator* yang akan dipilih, berikut ini Tabel 4.30 Bobot atribut dan Sub Atribut terhadap *Excavator*. Untuk lebih mudah menganalisa maka Tabel 4.31 dibentuk dalam beberapa gambar grafis dibawah ini.

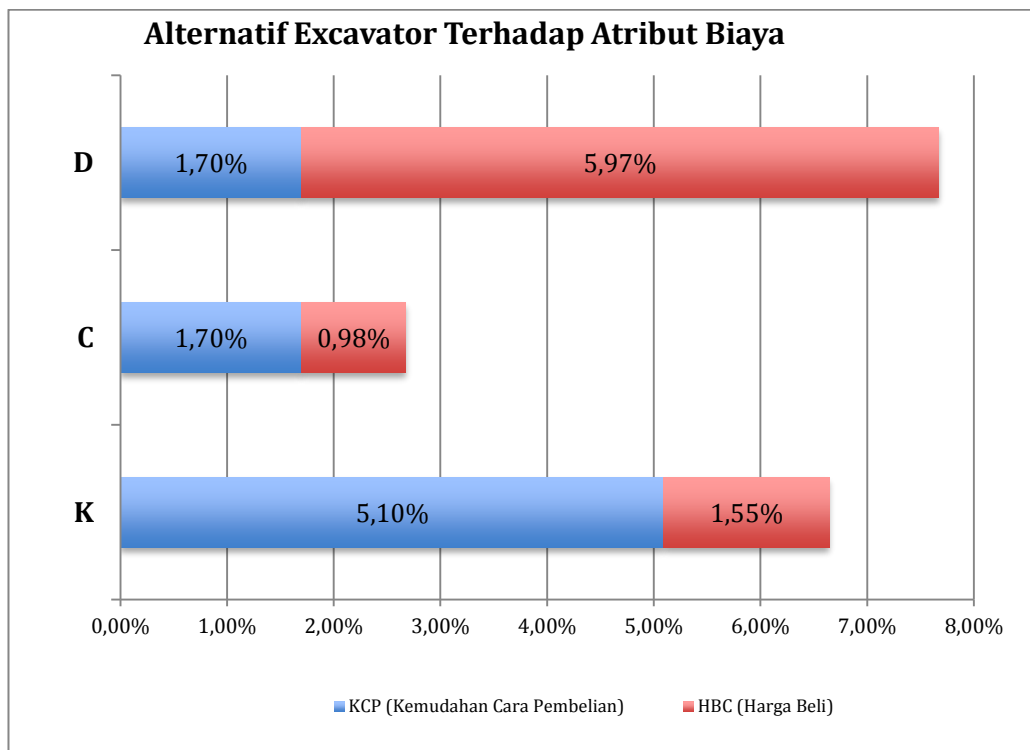
Tabel 4.30. Bobot Atribut Dan Sub Atribut Terhadap *Excavator*

Atribut	Bobot	sub Atribut	Bobot Absolut Sub Atribut	Bobot Absolut Alternatif		
				K	C	D
BY	0,170	KCP	0,085	0,051	0,017	0,017
		HBC	0,085	0,015	0,010	0,060
MR	0,443	KSP	0,098	0,053	0,034	0,011
		LPJ	0,098	0,046	0,046	0,007
		SRM	0,098	0,042	0,042	0,014
		KHD	0,119	0,054	0,054	0,011
		HJK	0,029	0,013	0,013	0,002
OP	0,387	KPO	0,031	0,009	0,010	0,012
		DYA	0,052	0,013	0,033	0,005
		PRO	0,145	0,020	0,042	0,083
		FCO	0,139	0,021	0,029	0,089
		KDK	0,021	0,007	0,007	0,007
			Jumlah	34,67%	33,64%	31,69%

**Keterangan kode Sub atribut**

KPO : Kemudahan Pengoperasian  
 DY A : Daya  
 PRO : Productivity  
 FCO : Fuel Consumption  
 KDK : Keamanan dan Kenyamanan  
 HBC : Harga Beli  
 KCP : Kemudahan Cara Pembelian  
 KSP : Kemudahan Spare Part

LPJ : Layanan Purna Jual  
 SRM : Kemudahan Service, Repair & Modifikasi  
 KHD : Keandalan  
 HJK : Harga Jual Kembali  
 K : *Excavator K*  
 D : *Excavator D*  
 C : *Excavator C*



Gambar 4.5 Grafik Alternatif *Excavator* Terhadap Bobot Sub Atribut Biaya

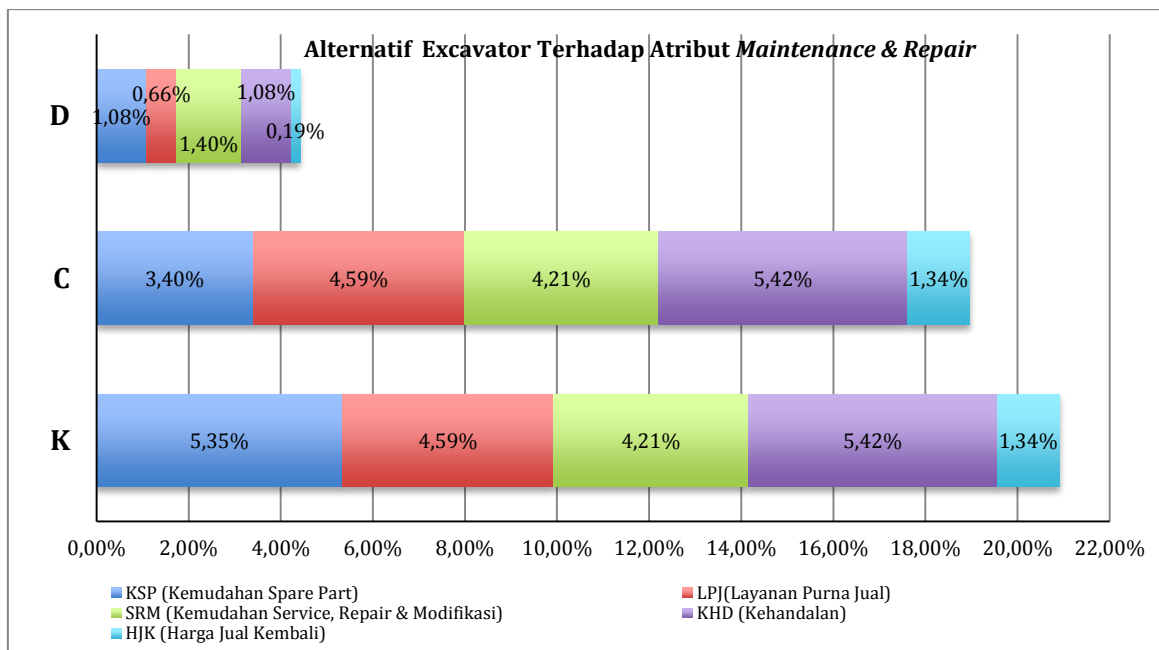
Dari Gambar 4.5 menunjukkan bahwa pada atribut biaya sub atribut harga beli *Excavator* D menempati bobot penilaian tertinggi. Hal ini dikarenakan harga beli *Excavator* D paling murah bila dibandingkan dengan kedua *Excavator* yang lain. Secara berurutan yang menempati posisi berikutnya yaitu *Excavator* K dan C.

Pada atribut *Maintenance & Repair*, *Excavator* K menempati posisi pertama sesuai Gambar 4.11, hal ini dikarenakan berbagai fasilitas yang diberikan menempati rangking pertama antara lain Kemudahan *Spare Part*, Kemudahan Service, Repair, Layanan Purna Jual, Harga Jual Kembali dan Kehandalan. Kemudahan *Spare Part* K menempati posisi utama karena populasi K yang digunakan untuk berbagai jenis pekerjaan sangat banyak sehingga berpengaruh terhadap banyaknya supplier yang menyediakan *spare part*, banyak tersedia *exchange part* atau lokal, secara umum harga *spare part* dari K relatif lebih murah, *spare part fast moving* banyak tersedia sehingga untuk masalah pengadaan bukan suatu permasalahan.

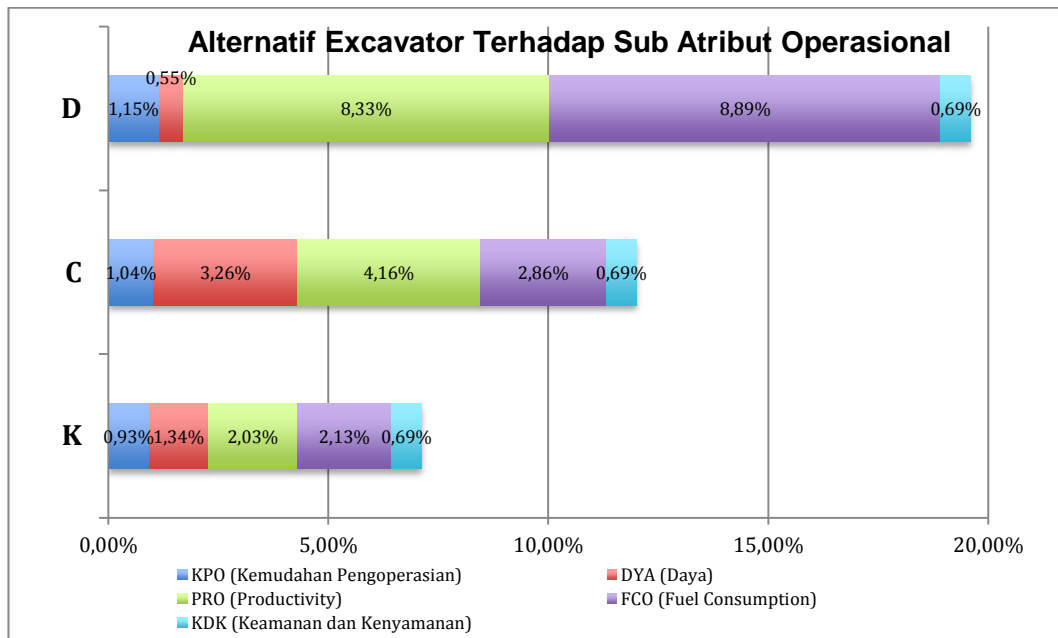
Ditinjau dari layanan purna jual K yang menempati urutan pertama dikarenakan dalam klaim K yang sangat mudah dan dealer resmi K banyak

tersebar di seluruh kota besar dan memberikan pelayanan on call 24 jam setiap harinya.

Selanjutnya untuk sub atribut yang mendukung bobot dari K adalah sub atribut kehandalan dimana K mempunyai kehandalan yang lebih selama ini berdasarkan data history, karena PT. XYZ sudah pernah menggunakan K selama ini di kelas yang lebih kecil yakni 20 dan 30 ton.



Gambar 4.6 Grafik Alternatif *Excavator* Terhadap Bobot Sub Atribut *Maintenance & Repair*

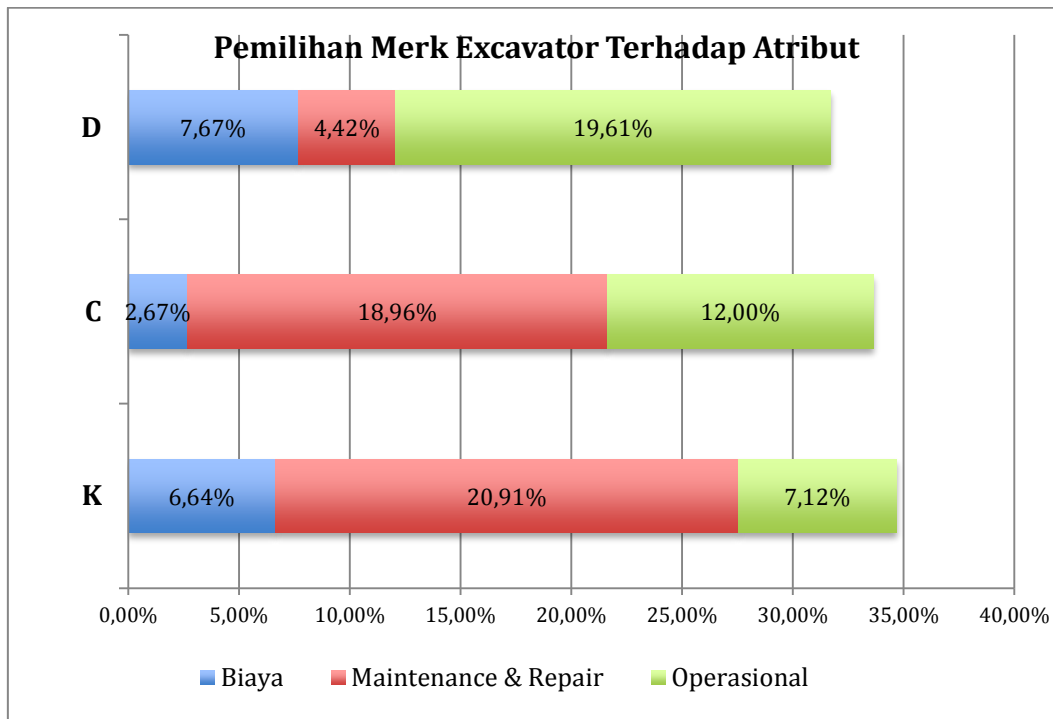


Gambar 4.7 Grafik Alternatif *Excavator* Terhadap Bobot Sub Atribut Operasional

Jika diamati pada Gambar 4.7. sub atribut *Fuel Consumption* posisi *Excavator D* menempati posisi tertinggi 8,89 % sehingga menyebabkan posisi *Excavator D* menempati posisi pertama. Sedangkan ketiga *Excavator* mempunyai nilai bobot yang sama pada sub atribut keamanan dan kenyamanan. Hal ini disebabkan fasilitas/asesoris yang dipunyai ketiga *Excavator* relatif sama.

Tabel 4.31 *Excavator* Terhadap Multi Atribut

Atribut	K	C	D
Biaya	6,64 %	2,67 %	7,67 %
Maintenance & Repair	20,91 %	18,96 %	4,42 %
Operasional	7,12 %	12,00 %	19,61 %
Jumlah	34,67 %	33,64 %	31,69 %



Gambar 4.8 Grafik Pemilihan Alternatif *Excavator* Terhadap Keseluruhan Atribut

Merujuk pada Gambar 4.8 yang menampilkan Alternatif *Excavator* terhadap keseluruhan Atribut, maka akan tampak bahwa *Excavator* K menempati posisi teratas (34,67%). Ini karena didukung oleh nilai bobot atribut *Maintenance & Repair* (20,91%) yang besarnya cukup signifikan bila dibandingkan dengan D (4,42%) dan C (18,96%). Pada peringkat selanjutnya disusul *Excavator* C (33,64%) urutan kedua dan yang terakhir D (31,69%) pada urutan ke tiga.

#### 4.8 Analisa Sensitivitas Terhadap Perubahan Bobot Atribut

Walaupun pada Gambar 4.11 secara umum telah menunjukkan bahwa pemilihan *Excavator* jatuh pada *Excavator* K, bukan tidak mungkin hal ini bisa terjadi karena subjektivitas Pengambil Keputusan meskipun sudah didukung oleh data yang cukup memadai. Untuk mengoptimalkan pengambilan keputusan ini maka perlu dilengkapi dengan analisa sensitivitas. Analisa sensitivitas yaitu suatu cara untuk mengetahui seberapa pengaruhnya terhadap susunan keputusan alternatif apabila nilai bobot atributnya berubah.

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap keputusan alternatif maka dibuatlah perubahan terhadap masing masing atribut sebesar 10%

secara bertingkat apakah cenderung meningkat atau menurun tergantung nilai bobot awal atributnya. Dalam hal ini yang mengalami perubahan hanya nilai bobot atributnya saja sedangkan nilai bobot relatif sub atributnya tidak mengalami perubahan, karena bobot atribut mengalami perubahan hal ini juga berpengaruh pada nilai bobot absolut sub atribut maupun alternatif terhadap sub atribut. Sebagai contoh perubahan nilai bobot atribut biaya dari 16,98% menjadi 26,98%, hal ini akan merubah juga nilai bobot absolut sub atribut maupun bobot absolut alternatif terhadap sub atribut seperti pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Nilai Bobot Absolut Multi Atribut Akibat Perubahan Nilai Bobot Atribut Biaya Dari 16,98% Menjadi 26,98%

Atribut	Bobot	sub Atribut	Bobot Relatif Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif			Bobot Absolut Sub Atribut	Bobot Absolut Alternatif		
				K	C	D		K	C	D
BY	26,98%	KCP	0,500	0,600	0,200	0,200	0,135	0,081	0,027	0,027
		HBC	0,500	0,182	0,115	0,703	0,135	0,025	0,016	0,095
MR	40,69%	KSP	0,222	0,544	0,346	0,110	0,090	0,049	0,031	0,010
		LPJ	0,222	0,467	0,467	0,067	0,090	0,042	0,042	0,006
		SRM	0,222	0,429	0,429	0,143	0,090	0,039	0,039	0,013
		KHD	0,269	0,455	0,455	0,091	0,109	0,050	0,050	0,010
		HJK	0,065	0,467	0,467	0,067	0,026	0,012	0,012	0,002
OP	32,33%	KPO	0,080	0,298	0,332	0,370	0,026	0,008	0,009	0,010
		DYA	0,133	0,260	0,633	0,106	0,043	0,011	0,027	0,005
		PRO	0,375	0,140	0,286	0,574	0,121	0,017	0,035	0,070
		FCO	0,358	0,154	0,206	0,640	0,116	0,018	0,024	0,074
		KDK	0,053	0,333	0,333	0,333	0,017	0,006	0,006	0,006
							Jumlah	35,70%	31,69%	32,61%

Hasil perhitungan keseluruhan perubahan nilai bobot absolut multi atribut akibat perubahan nilai bobot atribut secara lengkap disajikan pada lampiran 4. Agar dapat dengan mudah menganalisa perubahan nilai bobot sub atribut dan alternatif terhadap sub atribut yang diakibatkan oleh perubahan nilai bobot atribut maka hasil perhitungan sebagaimana Tabel 4.32 diringkas dan disusun ulang pada Tabel 4.33 sampai dengan Tabel 4.35.

Pada Tabel 4.33 menyajikan tingkat perubahan atribut biaya terhadap perubahan susunan alternatif keputusan. Terlihat bahwa dengan bertambahnya bobot atribut biaya secara bertingkat 10 % dan diikuti atribut yang lain berkurang secara bertahap 3,6 % pada atribut *Maintenance & Repair* (MR), begitu pula atribut operasional berkurang 6,4 % secara bertahap. Hal ini mempengaruhi posisi susunan prioritas pengambilan keputusan *Excavator C* yang awalnya pada posisi



kedua kini turun peringkat menjadi posisi ketiga (27,78%) sedangkan posisinya digantikan oleh *Excavator D* yang nilainya mencapai 34,44%. Ini terjadi pada saat bobot atribut biaya telah mencapai 46,98%. untuk *Excavator K* tidak berubah posisi tetap posisi pertama dengan bobot (37,77%).

Tabel 4.33 Sensitivitas Terhadap Pengaruh Perubahan Atribut Biaya

Atribut	Awal	Perubahan atribut Biaya			Tk. Perubahan
BY	16,98%	26,98%	36,98%	46,98%	10,0%
MR	44,29%	40,69%	37,09%	33,49%	-3,6%
OP	38,73%	32,33%	25,93%	19,53%	-6,4%
<b>Aternatif</b>					
K	34,67%	35,70%	36,74%	37,77%	1,03%
C	33,64%	31,69%	29,73%	27,78%	-1,95%
D	31,69%	32,61%	33,53%	34,44%	0,92%

Pada perubahan nilai bobot yang dilakukan terhadap atribut *Maintenance & Repair* (MR) seperti yang pada Tabel 4.34 menunjukkan perubahan nilai bobot MR bertambah secara bertahap sebesar 10% sedangkan pada atribut biaya berkurang 3,6% serta diikuti atribut Operasional sebesar 6,4% perubahan ini ternyata tidak merubah susunan tingkat alteratif keputusan yaitu posisi *Excavator K* pada posisi pertama (41,08%) dan posisi kedua telah ditempati oleh *Excavator C* (38,83%). Keadaan ini terjadi saat bobot atribut MR pada posisi 74,29%. Untuk posisi *Excavator D* tetap pada posisi ke tiga (20,10%) tidak terpengaruh pada perubahan atribut *Maintenance and Repair*.

Tabel 4.34 Sensitivitas Terhadap Pengaruh Perubahan Atribut *Maintenance & Repair*

Atribut	Awal	Perubahan atribut Maintenance & Repair			Tk. Perubahan
MR	44,29%	54,29%	64,29%	74,29%	10,0%
BY	16,98%	13,38%	9,78%	6,18%	-3,6%
OP	38,73%	32,33%	25,93%	19,53%	-6,4%
<b>Aternatif</b>					
K	34,67%	36,81%	38,94%	41,08%	2,14%
C	33,64%	35,37%	37,10%	38,83%	1,73%
D	31,69%	27,83%	23,96%	20,10%	-3,86%

Perubahan yang dilakukan berikutnya yaitu merubah bobot atribut operasional seperti pada Tabel 4.35 tampak pada Tabel tersebut perubahan peringkat terjadi saat atribut operasional baru naik 10% yaitu 48,73% posisi *Excavator* D melompat menempati posisi pertama 34,49% menggantikan posisi *Excavator* K yang peringkatnya turun ke posisi ke tiga dengan bobot 32,08%. Sedangkan *Excavator* C masih menempati posisi kedua dengan bobot 33,43 %.

Tabel 4.35 Sensitivitas Terhadap Pengaruh Perubahan Atribut Operasional

Atribut	Awal	Perubahan atribut Operasional			Tk. Perubahan
OP	38,73%	48,73%	58,73%	68,73%	10,0%
MR	44,29%	37,89%	31,49%	25,09%	-6,4%
BY	16,98%	13,38%	9,78%	6,18%	-3,6%
<b>Aternatif</b>					
K	34,67%	32,08%	29,49%	26,90%	-2,59%
C	33,64%	33,43%	33,22%	33,01%	-0,21%
D	31,69%	34,49%	37,29%	40,09%	2,80%

Pada perubahan Nilai bobot keseluruhan atribut ini maka bisa disusun, bahwa atribut biaya dan operasional mempunyai tingkat yang sama dalam mempengaruhi susunan prioritas keputusan. Hal ini terjadi karena tingkat susunan prioritas keputusan mengalami perubahan pada saat bobot atributnya mengalami kenaikan atau penurunan pada tingkat yang sama. Sedangkan perubahan bobot atribut *Maintenance & Repair* tidak berpengaruh pada susunan prioritas keputusan, khususnya posisi *Excavator* K masih tetap menempati tingkat pertama.

#### 4.9 Pembahasan Hasil Sintesa Multi Atribut, Alternatif dan Sensitivitas

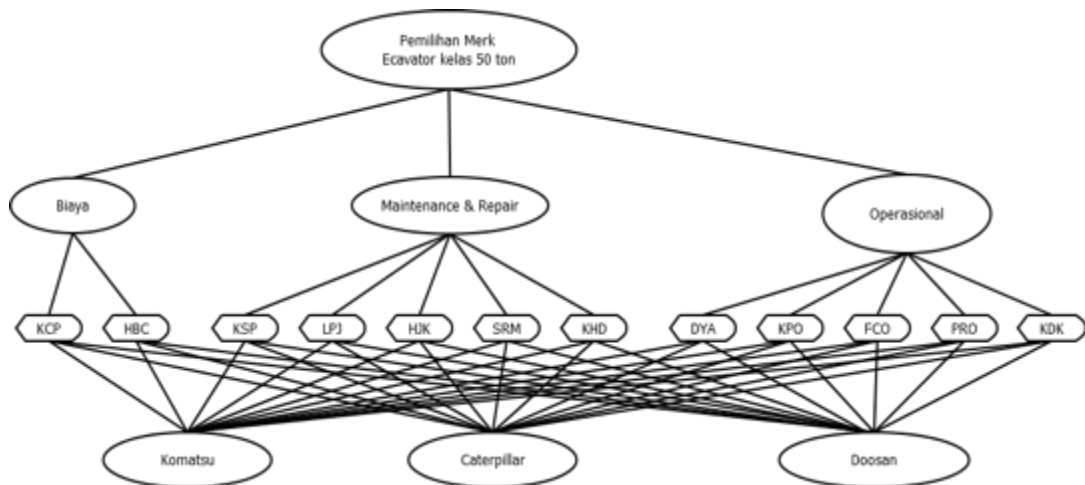
Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan mengenai pemilihan *Excavator* untuk pertambangan sirtu menggunakan metode AHP maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengambil Keputusan 1 (Wakil Direktur Utama) menentukan nilai pembobotan untuk atribut Biaya sebesar 0,170. *Maintenance & Repair* sebesar 0,443 dan atribut Operasional sebesar 0,387. dalam hal ini Pengambil Keputusan 1 (Wakil Direktur Utama) secara berurutan menempatkan posisi *Maintenance & Repair* teratas selanjutnya diikuti Operasional dan posisi terendah ditempati oleh atribut Biaya.
2. Berdasarkan nilai pembobotan sub atribut dari Atribut *Maintenance & Repair* menunjukkan bahwa sub atribut Kehandalan menempati posisi teratas dengan nilai bobot 0,269, hal ini bisa dikatakan kehandalan unit *Excavator* terhadap pemeliharaan dan perbaikan *Excavator* merupakan hal yang paling penting. Berikutnya disusul sub atribut kemudahan *spare part* yang menempati posisi yang sama pentingnya dengan sub atribut layanan purna jual, kemudahan service, *repair & modifikasi* dengan nilai bobot 0,222 dengan tersedianya *spare part Excavator* dan kemudahan modifikasi merupakan sarana yang mendukung dalam mengoptimalkan pemeliharaan dan perbaikan *Excavator*. Selanjutnya yang terakhir sub atribut harga jual kembali nilai bobot 0,065.
3. Pada sub atribut dari Atribut Operasional menunjukkan bahwa sub atribut Productivity menempati posisi tertinggi dengan nilai bobot 0,375 hal ini menunjukkan pada atribut operasional adalah sangat dominan dalam menentukan kemampuan operasional khususnya *Excavator* untuk pertambangan. Berikutnya disusul sub atribut *fuel consumption* dengan nilai bobot 0,358, sub atribut daya dengan nilai bobot 0,133, sub atribut kemudahan pengoperasian dengan nilai bobot 0,080. keamanan dan kenyamanan kurang dipentingkan bila dibandingkan dengan sub atribut yang lain dalam hal ini menempati posisi terendah yakni 0,053.
4. Pada atribut biaya *Excavator D* (7,67%) menempati bobot penilaian tertinggi. Hal ini dikarenakan memang harga beli *Excavator D* paling murah

bila dibandingkan dengan kedua *Excavator* yang lain. Secara berurutan yang menempati posisi berikutnya yaitu *Excavator* K (6,64%) dan *Excavator* C (2,67%)

5. Pada atribut *Maintenance & Repair*, *Excavator* K menempati posisi pertama (20,91%), hal ini dikarenakan berbagai fasilitas yang diberikan menempati ranking pertama antara lain kehandalan, kemudahan spare part , layanan purna jual, dan haraga jual kembali. salah satu yang paling mendukung keadaan ini disebabkan oleh jumlah populasinya yang paling banyak dipasaran atau digunakan oleh konsumen. Selanjutnya C (18,96%) dan terakhir D (4,42%)
6. Untuk atribut Operasional, posisi *Excavator* D menempati posisi tertinggi (19,61%) hal tersebut didukung oleh bobot sub atribut *productivity* 14,53%. Sedangkan *Excavator* C menempati posisi kedua (12%) dan terakhir K (7,12%).
7. Susunan keputusan alternatif *Excavator* terhadap keseluruhan atribut posisi teratas ditempati *Excavator* K (34,67%). Ini karena didukung oleh nilai bobot atribut Maintenance dan Repair (20,91%) yang besarnya cukup signifikan bila dibandingkan dengan D (4,42%) dan C (18,96%) pada peringkat selanjutnya disusul *Excavator* C (33,64%) urutan kedua dan yang terakhir *Excavator* D (31,69%) pada urutan ketiga.
8. Pada analisa sensitivitas untuk tingkat perubahan atribut biaya terhadap perubahan susunan alternatif keputusan. terlihat bahwa dengan bertambahnya bobot atribut biaya secara bertingkat 10% dan diikuti atribut yang lain berkurang secara bertahap 3,6 % pada atribut *Maintenance & Repair* (MR), begitu pula atribut operasional berkurang 6,4% secara bertahap. Hal ini mempengaruhi posisi susunan prioritas pengambilan keputusan *Excavator* C yang awalnya pada posisit kedua kini turun peringkat menjadi posisi ketiga (27,78%), sedangkan posisinya digantikan oleh *Excavator* D yang nilainya mencapai (34,44%) ini terjadi pada saat bobot atribut biaya telah mencapai 46,98%. untuk *Excavator* K tidak berubah posisi tetap posisi pertama dengan bobot (37,77%)

9. Berikut di bawah ini gambar model hirarki keputusan yang telah dilengkapi dengan nilai bobot absolut multi atribut dan alternatif.



Keterangan kode Sub atribut:

HBC	: Harga Beli	KHD	: Kehandalan
KCP	: Kemudahan Cara Pembelian	HJK	: Harga Jual Kembali
KSP	: Kemudahan Spare Part	K	: Excavator K
LPJ	: Layanan Purna Jual	D	: Excavator D
SRM	: Kemudahan Service, Repair & Modifikasi	C	: Excavator C

10. Pada perubahan nilai bobot yang dilakukan terhadap atribut *Maintenance & Repair* (MR) menunjukkan perubahan nilai bobot MR bertambah secara bertahap sebesar 10% sedangkan pada atribut biaya berkurang 3,6% serta diikuti atribut operasional sebesar 6,4%. Perubahan ini ternyata tidak merubah susunan tingkat alternatif keputusan yaitu posisi *Excavator K* posisi pertama tidak merubah posisi (41,08%). Urutan dua ditempati oleh *Excavator C* (38,83%). Keadaan ini terjadi saat bobot atribut MR pada posisi 74,29%. untuk posisi *Excavator D* tetap pada posisi ketiga (20,10%) tidak terpengaruh pada perubahan atribut *Maintenance & Repair*.
11. Perubahan yang dilakukan pada bobot atribut Operasional, saat bobot atribut operasional baru naik 10% yaitu 48,73%, posisi bobot *Excavator D* melompat menempati posisi pertama 34,49% menggantikan posisi *Excavator K* yang peringkatnya turun ke posisi ketiga dengan bobot

32,08%. Sedangkan *Excavator C* masih menempati posisi kedua dengan bobot 33,43%.

Pada perubahan nilai bobot multi atribut ini maka bisa disusun, bahwa atribut Biaya dan Operasional mempunyai tingkat yang sama dalam mempengaruhi susunan prioritas keputusan. Hal ini terjadi karena tingkat susunan prioritas keputusan mengalami perubahan pada saat bobot atributnya mengalami kenaikan atau penurunan pada tingkat yang sama. Sedangkan perubahan bobot atribut *Maintenance & Repair* tidak berpengaruh pada susunan prioritas keputusan, khususnya posisi *Excavator K* masih tetap menempati tingkat pertama.

Metoda penelitian ini mudah diaplikasikan dalam perusahaan PT. XYZ dimana dalam pengambilan keputusan tersebut sudah didasari oleh pendapat-pendapat para ahli di bidangnya, dan dianggap suda berkompeten pada masing-masing bidang baik di operasional, *Maintenance & Repair* serta keuangan. Dengan menggunakan metode AHP tersebut dapat mempermudah perusahaan dalam mengambil suatu bentuk keputusan.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan mengenai Pemilihan *Excavator* untuk pertambangan Sirtu menggunakan AHP maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil wawancara kepada 5 responden didapatkan multi atribut sebagai berikut :
  - a. Atribut Biaya terdiri dari sub atribut harga beli dan kemudahan cara pembelian.
  - b. Atribut *Maintenance & Repair* terdiri dari sub atribut kemudahan *spare part*, layanan purna jual, kemudahan *service*, *repair* & modifikasi, harga jual kembali, dan kehandalan.
  - c. Atribut Operasional terdiri dari sub atribut kemudahan pengoperasian, daya, *productivity*, *fuel consumption*, dan keamanan dan kenyamanan.
2. Sesuai hasil susunan keputusan alternatif *Excavator* terhadap keseluruhan atribut, posisi teratas ditempati *Excavator* K (34,67%). Ini karena didukung oleh nilai bobot atribut *Maintenance & Repair* (20,91%) yang besarnya cukup signifikan bila dibandingkan *Excavator* C (18,96%) dan *Excavator* D (4,42%)
3. Pada analisa sensitivitas, atribut yang mempengaruhi perubahan prioritas susunan keputusan sebagai berikut, atribut Biaya dan Operasional mempunyai tingkat yang sama dalam mempengaruhi susunan prioritas keputusan. Hal ini terjadi karena tingkat susunan prioritas keputusan mengalami perubahan pada saat bobot atributnya mengalami kenaikan atau penurunan pada tingkat yang sama, sedangkan perubahan bobot atribut *Maintenance & Repair* tidak berpengaruh pada susunan prioritas keputusan, khususnya posisi *Excavator* K masih menempati posisi pertama



## 5.2 Saran

1. Diharapkan ada penelitian lanjutan yang melakukan analisa mengenai pemilihan unit *Excavator* 50 ton untuk aplikasi lain selain pertambangan sirtu misalnya untuk konstruksi dan pertambangan bijih mineral seperti nikel.
2. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan beberapa metode misalnya metode MCDM dalam menentukan pemilihan *Excavator* 50 ton untuk pertambangan sirtu. Serta melakukan perbandingan dengan menggunakan beberapa alternatif agar diketahui metode mana yang lebih baik.
3. Data untuk metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dalam studi ini mengandalkan penilaian responden terhadap factor-faktor yang diajukan. Karena penilaian akan sangat bervariasi antar satu dengan yang lainnya, maka penambahan jumlah responden dengan sumber yang semakin luas melibatkan para ahli perlu dilakukan guna menjaga konsistensi data.

## Lampiran 1

Nomor :  
Lamp : 1 Set Kuisisioner  
Hal : Pengisian Kuisisioner

Kepada  
Yth.

Di Surabaya

Dengan hormat,

Sehubungan dengan penelitian (tesis) yang sedang saya lakukan berjudul:

**“Pemilihan *Excavator* Kelas 50 Ton Untuk Usaha Pertambangan Sirtu  
Galian C Melalui Penerapan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)”**

maka saya:

Nama : Dany Irawan

NRP : 9114201510

Jurusan : Program Pasca Sarjana (S-2) MMT-ITS Surabaya

Mohon bantuan kerjasama bapak/Ibu selaku personil yang berkompeten dalam pertambangan sirtu untuk bisa meluangkan waktu dan tenaga guna memberikan masukan/pendapat pada kuisisioner yang saya butuhkan untuk melengkapi bahan thesis kami. Kami akan menjamin kerahasiaan identitas dan jawaban bapak/ibu hanya untuk kepentingan akademis.

Pada penelitian ini bertujuan untuk memilih jenis *Excavator* yang sesuai untuk pertambangan sirtu (Pasir dan Batu), agar pertambangan dapat berjalan lancar sesuai harapan.

Sebelumnya kami mengucapkan banyak terima kasih atas kesediaan bapak/ibu yang telah bersedia meluangkan waktu untuk mengisi kuisisioner kami.

1. Nama Perusahaan : .....
2. Jabatan pada perusahaan : .....
3. Tanggal Wawancara : .....
4. Tanda tangan Pengisi Angket : .....

Untuk dapat melakukan pemilihan *Excavator* yang sesuai khususnya untuk pertambangan, maka perlu diperhatikan beberapa atribut yang menentukan keputusan pemilihan.

Dibawah ini terdapat atribut dan sub atribut yang dianggap mewakili dalam melakukan pemilihan *Excavator* khususnya untuk pertambangan sirtu.

Apabila terdapat atribut yang menurut bapak/ibu belum tercantum, maka dapat ditambahkan pada baris titik titik, jika menurut bapak/ibu terdapat atribut yang tidak mewakili pemilihan *Excavator* untuk pertambangan sirtu, maka atribut tersebut dapat dicoret. Jika bapak/ibu setuju dengan atribut yang ada, maka atribut dibiarkan tetap.

Atribut pemilihan *Excavator* khususnya untuk Pertambangan

1. Biaya
  - a. Kemudahan Cara Pembelian
  - b. Harga Beli
  - c. ....
  - d. ....
2. Maintenance & Repair
  - a. Kemudahan Spere Part
  - b. Layanan Purna Jual
  - c. Harga Jual Kembali
  - d. Kemudahan Service, Repair & Modifikasi
  - e. Keandalan
  - f. ....
  - g. ....
3. Operasional
  - a. Daya
  - b. Kemudahan Pengoprasian
  - c. Fuel Consumption
  - d. Productivity
  - e. Keamanan dan Kenyamanan
  - f. ....
  - g. ....
4. ....
5. ....

Berdasarkan atribut-atribut tersebut di atas, maka alternatif *Excavator* yang digunakan untuk pertambangan sirtu adalah sebagai berikut:

1. *Excavator* K
2. *Excavator* C
3. *Excavator* D

---Terimakasih Atas Kesediaannya untuk Mengisi Kuisisioner Ini---



Lampiran 2

KUISOINER PERBANDINGAN BERPASANGAN  
ANTAR ATRIBUT, SUB ATRIBUT, DAN ALTERNATIF

1. Perbandingan antar atribut

No	Nama Atribut	Kode	Skala Penilaian																	Kode	Nama Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Biaya	BY											√							MR	Maintenance & Repair
2	Biaya	BY										√								OP	Operasional
3	Maintenance & Repair	MR									√									OP	Operasional

2. Perbandingan antar Sub atribut pada atribut Biaya

No	Nama Sub Atribut	Kode	Skala Penilaian																	Kode	Nama Sub Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Kemudahan Cara Pembelian	KCP									√									HBC	Harga Beli

3. Perbandingan antar Sub atribut pada atribut Maintanance & Repair

No	Nama Sub Atribut	Kode	Skala Penilaian																	Kode	Nama Sub Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Kemudahan Spare part	KSP									√									LPJ	Layanan Purna Jual
2	Kemudahan Spare part	KSP									√									SRM	Kemudahan Service, Repair & Modifikasi
3	Kemudahan Spare part	KSP							√											HJK	Harga Jual Kembali
4	Kemudahan Spare part	KSP									√									KHD	Kehandalan
5	Layanan Purna Jual	LPJ									√									SRM	Kemudahan Service, Repair & Modifikasi
6	Layanan Purna Jual	LPJ							√											HJK	Harga Jual Kembali
7	Layanan Purna Jual	LPJ									√									KHD	Kehandalan
8	Kemudahan Service, Repair & Modifikasi	SRM							√											HJK	Harga Jual Kembali
9	Kemudahan Service, Repair & Modifikasi	SRM									√									KHD	Kehandalan
10	Harga Jual Kembali	HJK															√			KHD	Kehandalan

#### 4. Perbandingan antar Sub atribut pada atribut Operasional

No	Nama Sub Atribut	Kode	Skala Penilaian																Kode	Nama Sub Atribut	
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8			9
1	Kemudahan Pengoperasian	KPO											√							DYA	Daya
2	Kemudahan Pengoperasian	KPO													√					PRO	Productivity
3	Kemudahan Pengoperasian	KPO								√										KDK	Keamanan dan Kenyamanan
4	Kemudahan Pengoperasian	KPO															√			FCO	Fuel Consumption
5	Daya	DYA													√					PRO	Productivity
6	Daya	DYA								√										KDK	Keamanan dan Kenyamanan
7	Daya	DYA											√							FCO	Fuel Consumption
8	Productivity	PRO						√												KDK	Keamanan dan Kenyamanan
9	Productivity	PRO									√									FCO	Fuel Consumption
10	Keamanan dan Kenyamanan	KDK													√					FCO	Fuel Consumption

5. Perbandingan antar Alternatif pada atribut Biaya Sub atribut Harga beli

[illegible]

6. Perbandingan antar Alternatif pada atribut Biaya sub atribut Kemudahan Cara Pembelian

[illegible]

7. Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Maintenance & Repair sub atribut Kemudahan Spare Part

No	Nama Sub Atribut	Kode	Skala Penilaian																	Kode	Nama Sub Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	K	K						√												D	D
2	K	K								√										C	C
3	D	D												√						C	C

8. Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Maintenance & Repair sub atribut Layanan Purna Jual

No	Nama Sub Atribut	Kode	Skala Penilaian																	Kode	Nama Sub Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	K	K			√															D	D
2	K	K									√									C	C
3	D	D															√			C	C

9. Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Maintenance & Repair sub atribut Harga Jual Kembali

No	Nama Sub Atribut	Kode	Skala Penilaian																	Kode	Nama Sub Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	K	K			√															D	D
2	K	K									√									C	C
3	D	D															√			C	C

10. Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Maintenance & Repair sub atribut Kemudahan Service, Repair & Modifikasi

No	Nama Sub Atribut	Kode	Skala Penilaian																	Kode	Nama Sub Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	K	K							√											D	D
2	K	K									√									C	C
3	D	D											√							C	C

#### 11. Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Maintenance & Repair sub atribut Kehandalan

No	Nama Sub Atribut	Kode	Skala Penilaian																	Kode	Nama Sub Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	K	K					√												D	D	
2	K	K								√									C	C	
3	D	D												√					C	C	

## 12. Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Operasional sub atribut Kemudahan Pengoperasian

No	Nama Sub Atribut	Kode	Skala Penilaian																	Kode	Nama Sub Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	K	K										√							D	D	
2	K	K								√									C	C	
3	D	D										√							C	C	

### 13. Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Operasional sub atribut Daya

No	Nama Sub Atribut	Kode	Skala Penilaian																	Kode	Nama Sub Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	K	K							√											D	D
2	K	K											√							C	C
3	D	D													√					C	C

#### 14. Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Operasional sub atribut Fuel Consumption

[illegible]



15. Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Operasional sub atribut Productivity

No	Nama Sub Atribut	Kode	Skala Penilaian																Kode	Nama Sub Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	K	K											√						D	D
2	K	K											√						C	C
3	D	D							√										C	C

16. Perbandingan antar Alternatif pada Atribut Operasional sub atribut Keamanan dan Kenyamanan

No	Nama Sub Atribut	Kode	Skala Penilaian																Kode	Nama Sub Atribut
			9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	K	K									√								D	D
2	K	K									√								C	C
3	D	D									√								C	C

Wakil Direktur Utama

Direktur Finance & Support

Direktur Bussines & Developmet

Lampiran 3

1. Perbandingan antar Atribut

Matrik Awal

Atribut	BY	OP	MR
BY	1	0,5	0,33
OP	2	1	1
MR	3	1	1
Σ=	6	2,5	2,33

Normalisasi Matrik

Attribut	BY	OP	MR	Jumlah	Bobot Normal
BY	0,17	0,20	0,14	0,51	0,17
OP	0,33	0,40	0,43	1,16	0,39
MR	0,50	0,40	0,43	1,33	0,44
Σ=				3,00	1,00

$\lambda_{maks}$  =3,021

$C_i$  =0,010

$CR$  =0,018

2. Perbandingan antar sub atribut pada atribut Biaya

Atribut	KCP	HBC
KCP	1	1
HBC	1	1
Σ=	2	2

Normalisasi Matrik

Atribut	KCP	HBC	Jumlah	Bobot Normal
KCP	0,5	0,5	1	0,5
HBC	0,5	0,5	1	0,5
Σ=		2	1	

$\lambda_{maks}$  =2,000

$C_i$  =0,000

$CR$  =0,000

3. Perbandingan antar sub atribut pada atribut Maintenance & Repair

Atribut	KSP	LPJ	HJK	SRM	KHD
KSP	1	1	3	1	1
LPJ	1	1	3	1	1
HJK	0,33	0,33	1	0,33	0,14
SRM	1	1	3	1	1
KHD	1	1	7	1	1
Σ=	4,33	4,33	17	4,33	4,14

Normalisasi Matrik

Atribut	KSP	LPJ	HJK	SRM	KHD	Jumlah	Bobot Normal
KSP	0,23	0,23	0,18	0,23	0,24	1,11	0,22
LPJ	0,23	0,23	0,18	0,23	0,24	1,11	0,22
HJK	0,08	0,08	0,06	0,08	0,03	0,32	0,06
SRM	0,23	0,23	0,18	0,23	0,24	1,11	0,22
KHD	0,23	0,23	0,41	0,23	0,24	1,35	0,27
Σ=					5,00	1	

$\lambda_{maks}$  =5,103

$C_i$  =0,026

$CR$  =0,023

4. Perbandingan antar sub atribut pada atribut Operasional

Atribut	KPO	DYA	PRO	KDK	FCO
KPO	1	0,33	0,2	3	0,14
DYA	3	1	0,2	3	0,33
PRO	5	5	1	5	1
KDK	0,33	0,33	0,2	1	0,2
FCO	7	3	1	5	1
Σ=	16,33	9,67	3	17,00	2,68

Normalisasi Matrik

Atribut	KPO	DYA	PRO	KDK	FCO	Jumlah	Bobot Normal
KPO	0,06	0,03	0,08	0,18	0,05	0,40	0,08
DYA	0,18	0,10	0,08	0,18	0,12	0,67	0,13
PRO	0,31	0,52	0,38	0,29	0,37	1,88	0,38
KDK	0,02	0,03	0,08	0,06	0,07	0,27	0,05
FCO	0,43	0,31	0,38	0,29	0,37	1,79	0,36
Σ=						5,00	1

$$\lambda_{maks} = 5,437$$

$$Ci = 0,109$$

$$CR = 0,073$$

5. Perbandingan antar alternatif pada atribut **Biaya** sub atribut **Harga Beli**

Matrik Awal

Atribut	K	C	D
K	1	2	0,20
C	0,5	1	0,20
D	5	5	1
Σ=	6,5	8	1,40

Normalisasi Matrik

Atribut	K	C	D	Jumlah	Bobot Normal
K	0,15	0,25	0,14	0,55	0,18
C	0,08	0,13	0,14	0,34	0,11
D	0,77	0,63	0,71	2,11	0,70
Σ=				3,00	1,00

$$\lambda_{maks} = 3,088$$

$$Ci = 0,044$$

$$CR = 0,076$$

6. Perbandingan antar alternatif pada atribut **Biaya** sub atribut **Kemudahan Cara Pembelian**

Matrik Awal

Atribut	K	C	D
K	1	3	3
C	0,33	1	1
D	0,33	1	1
Σ=	1,67	5	5

Normalisasi Matrik

Atribut	K	C	D	Jumlah	Bobot Normal
K	0,60	0,60	0,60	1,80	0,60
C	0,20	0,20	0,20	0,60	0,20
D	0,20	0,20	0,20	0,60	0,20
Σ=				3,00	1,00

$$\lambda_{maks} = 3,000$$

$$Ci = 0,000$$

$$CR = 0,000$$

7. Perbandingan antar alternatif pada atribut **Maintenance & Repair** sub Atribut **Kemudahan Spare Part**

Matrik Awal

Atribut	K	C	D
K	1	2	4
C	0,5	1	4
D	0,25	0,25	1
Σ=	1,75	3,25	9

Normalisasi Matrik

Atribut	K	C	D	Jumlah	Bobot Normal
K	0,57	0,62	0,44	1,63	0,54
C	0,29	0,31	0,44	1,04	0,35
D	0,14	0,08	0,11	0,33	0,11
Σ=				3,00	1,00

$\lambda_{maks} = 3,069$   
 $C_i = 0,034$   
 $CR = 0,059$

8. Perbandingan antar alternatif pada atribut **Maintenance & Repair** sub Atribut **Layanan Purna Jual**

Matrik Awal

Atribut	K	C	D
K	1	1	7
C	1	1	7
D	0,14	0,14	1
Σ=	2,14	2,14	15,00

Normalisasi Matrik

Atribut	K	C	D	Jumlah	Bobot Normal
K	0,47	0,47	0,47	1,40	0,47
C	0,47	0,47	0,47	1,40	0,47
D	0,07	0,07	0,07	0,20	0,07
Σ=				3,00	1,00

$\lambda_{maks} = 3,000$   
 $C_i = 0,000$   
 $CR = 0,000$

9. Perbandingan antar alternatif pada atribut **Maintenance & Repair** sub Atribut **Harga Jual Kembali**

Matrik Awal

Atribut	K	C	D
K	1	1	7
C	1	1	7
D	0,14	0,14	1
Σ=	2,14	2,14	15,00

Normalisasi Matrik

Atribut	K	C	D	Jumlah	Bobot Normal
K	0,47	0,47	0,47	1,40	0,47
C	0,47	0,47	0,47	1,40	0,47
D	0,07	0,07	0,07	0,20	0,07
Σ=				3,00	1,00

$\lambda_{maks} = 3,000$   
 $C_i = 0,000$   
 $CR = 0,000$

10. Perbandingan antar alternatif pada atribut **Maintenance & Repair** sub Atribut **Kemudahan Service, Repair & Modifikasi**

Matrik Awal

Atribut	K	C	D
K	1	1	3
C	1	1	3
D	0,33	0,33	1
Σ=	2,33	2,33	7,00

Normalisasi Matrik

Atribut	K	C	D	Jumlah	Bobot Normal
K	0,43	0,43	0,43	1,29	0,43
C	0,43	0,43	0,43	1,29	0,43
D	0,14	0,14	0,14	0,43	0,14
Σ=				3,00	1,00

$\lambda_{maks} = 3,000$   
 $C_i = 0,000$   
 $CR = 0,000$

11. Perbandingan antar alternatif pada atribut **Maintenance & Repair** sub Atribut **Kehandalan**

Matrik Awal

Atribut	K	C	D
K	1	1	5
C	1	1	5
D	0,20	0,20	1
Σ=	2,20	2,20	11

Normalisasi Matrik

Attribut	K	C	D	Jumlah	Bobot Normal
K	0,45	0,45	0,45	1,36	0,45
C	0,45	0,45	0,45	1,36	0,45
D	0,09	0,09	0,09	0,27	0,09
Σ=				3,00	1,00

$\lambda_{maks} = 3,000$   
 $C_i = 0,000$   
 $CR = 0,000$

12. Perbandingan antar alternatif pada atribut **Operasional** sub Atribut **Kemudahan Pengoperasian**

Matrik Normal

Atribut	K	C	D
K	1	2	0,33
C	0,5	1	2
D	3	0,5	1
Σ=	4,5	3,5	3,33

Normalisasi Matrik

Attribut	K	C	D	Jumlah	Bobot Normal
K	0,22	0,57	0,10	0,89	0,30
C	0,11	0,29	0,60	1,00	0,33
D	0,67	0,14	0,30	1,11	0,37
Σ=				3,00	1,00

$\lambda_{maks} = 3,736$   
 $C_i = 0,368$   
 $CR = 0,635$

13. Perbandingan antar alternatif pada atribut **Operasional** sub Atribut **Daya**

Matrik Awal

Atribut	K	C	D
K	1	0,33	3
C	3	1	5
D	0,33	0,2	1
Σ=	4,33	1,53	9

Normalisasi Matrik

Attribut	K	C	D	Jumlah	Bobot Normal
K	0,23	0,22	0,33	0,78	0,26
C	0,69	0,65	0,56	1,90	0,63
D	0,08	0,13	0,11	0,32	0,11
Σ=				3,00	1,00

$\lambda_{maks} = 3,055$   
 $C_i = 0,028$   
 $CR = 0,048$

14. Perbandingan antar alternatif pada atribut **Operasional** sub Atribut **Fuel Consumption**

Matrik Awal

Atribut	K	C	D
K	1	0,5	0,33
C	2	1	0,20
D	3	5	1
Σ=	6	6,5	1,53

Normalisasi Matrik

Attribut	K	C	D	Jumlah	Bobot Normal
K	0,17	0,08	0,22	0,46	0,15
C	0,33	0,15	0,13	0,62	0,21
D	0,50	0,77	0,65	1,92	0,64
Σ=				3,00	1,00

$\lambda_{maks} = 3,242$   
 $C_i = 0,121$   
 $CR = 0,209$

15. Perbandingan antar alternatif pada atribut **Operasional** sub Atribut **Productivity**

Matrik Awal

Atribut	K	C	D
K	1	0,33	0,33
C	3	1	0,33
D	3	3	1
Σ=	7	4,33	1,67

Normalisasi Matrik

Attribut	K	C	D	Jumlah	Bobot Normal
K	0,14	0,08	0,20	0,42	0,14
C	0,43	0,23	0,20	0,86	0,29
D	0,43	0,69	0,60	1,72	0,57
Σ=				3,00	1,00

$\lambda_{maks} = 3,177$   
 $C_i = 0,088$   
 $CR = 0,152$

16. Perbandingan antar alternatif pada atribut **Operasional** sub Atribut **Keamanan dan Kenyamanan**

Matrik Awal

Atribut	K	C	D
K	1	1	1
C	1	1	1
D	1	1	1
Σ=	3	3	3,00

Normalisasi Matrik

Attribut	K	C	D	Jumlah	Bobot Normal
K	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33
C	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33
D	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33
Σ=				3,00	1,00

λmaks = 3,000  
Ci = 0,000  
CR = 0,000

HASIL SINTESA MULTI ATRIBUT DAN ALTERNATIF TERHADAP TUJUAN

Atribut	Bobot	sub Atribut	Bobot Relatif Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif			Bobot Absolut Sub Atribut	Bobot Absolut Alternatif		
				K	C	D		K	C	D
BY	0,170	KCP	0,500	0,60	0,20	0,20	0,085	0,051	0,017	0,017
		HBC	0,500	0,18	0,11	0,70	0,085	0,015	0,010	0,060
MR	0,443	KSP	0,222	0,54	0,35	0,11	0,098	0,053	0,034	0,011
		LPJ	0,222	0,47	0,47	0,07	0,098	0,046	0,046	0,007
		SRM	0,222	0,43	0,43	0,14	0,098	0,042	0,042	0,014
		KHD	0,269	0,45	0,45	0,09	0,119	0,054	0,054	0,011
		HJK	0,065	0,47	0,47	0,07	0,029	0,013	0,013	0,002
OP	0,387	KPO	0,080	0,30	0,33	0,37	0,031	0,009	0,010	0,012
		DYA	0,133	0,26	0,63	0,11	0,052	0,013	0,033	0,005
		PRO	0,375	0,14	0,29	0,57	0,145	0,020	0,042	0,083
		FCO	0,358	0,15	0,21	0,64	0,139	0,021	0,029	0,089
		KDK	0,053	0,33	0,33	0,33	0,021	0,007	0,007	0,007
							Jumlah	34,67%	33,64%	31,69%





Lampiran 4

ANALISA SENSITIVITAS TERHADAP PERUBAHAN BOBOT BIAYA

Atribut	Awal	Perubahan atribut Biaya			Tk. Perubahan
BY	16,98%	26,98%	36,98%	46,98%	10,0%
MR	44,29%	37,89%	31,49%	25,09%	-6,4%
OP	38,73%	35,13%	31,53%	27,93%	-3,6%
Aternatif					
K	34,67%	34,90%	35,13%	35,35%	0,23%
C	33,64%	31,36%	29,07%	26,79%	-2,28%
D	31,69%	33,75%	35,80%	37,86%	2,06%

HASIL SENTESA MULTI ATRIBUT DAN ALTERNATIF TERHADAP TUJUAN

Atribut	Bobot	sub Atribut	Bobot Relatif Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif			Bobot Absolut Sub Atribut	Bobot Absolut Alternatif		
				K	C	D		K	C	D
BY	16,98%	KCP	0,500	0,600	0,200	0,200	0,085	0,051	0,017	0,017
		HBC	0,500	0,182	0,115	0,703	0,085	0,015	0,010	0,060
MR	44,29%	KSP	0,222	0,544	0,346	0,110	0,098	0,053	0,034	0,011
		LPJ	0,222	0,467	0,467	0,067	0,098	0,046	0,046	0,007
		SRM	0,222	0,429	0,429	0,143	0,098	0,042	0,042	0,014
		KHD	0,269	0,455	0,455	0,091	0,119	0,054	0,054	0,011
		HJK	0,065	0,467	0,467	0,067	0,029	0,013	0,013	0,002
OP	38,73%	KPO	0,080	0,298	0,332	0,370	0,031	0,009	0,010	0,012
		DYA	0,133	0,260	0,633	0,106	0,052	0,013	0,033	0,005
		PRO	0,375	0,140	0,286	0,574	0,145	0,020	0,042	0,083
		FCO	0,358	0,154	0,206	0,640	0,139	0,021	0,029	0,089
		KDK	0,053	0,333	0,333	0,333	0,021	0,007	0,007	0,007
							Jumlah	34,67%	33,64%	31,69%

Atribut	Bobot	sub Atribut	Bobot Relatif Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif			Bobot Absolut Sub Atribut	Bobot Absolut Alternatif		
				K	C	D		K	C	D
BY	26,98%	KCP	0,500	0,600	0,200	0,200	0,135	0,081	0,027	0,027
		HBC	0,500	0,182	0,115	0,703	0,135	0,025	0,016	0,095
MR	37,89%	KSP	0,222	0,544	0,346	0,110	0,084	0,046	0,029	0,009
		LPJ	0,222	0,467	0,467	0,067	0,084	0,039	0,039	0,006
		SRM	0,222	0,429	0,429	0,143	0,084	0,036	0,036	0,012
		KHD	0,269	0,455	0,455	0,091	0,102	0,046	0,046	0,009
		HJK	0,065	0,467	0,467	0,067	0,025	0,011	0,011	0,002
OP	35,13%	KPO	0,080	0,298	0,332	0,370	0,028	0,008	0,009	0,010
		DYA	0,133	0,260	0,633	0,106	0,047	0,012	0,030	0,005
		PRO	0,375	0,140	0,286	0,574	0,132	0,018	0,038	0,076
		FCO	0,358	0,154	0,206	0,640	0,126	0,019	0,026	0,081
		KDK	0,053	0,333	0,333	0,333	0,019	0,006	0,006	0,006
							Jumlah	34,90%	31,36%	33,75%

Atribut	Bobot	sub Atribut	Bobot Relatif Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif			Bobot Absolut Sub Atribut	Bobot Absolut Alternatif		
				K	C	D		K	C	D
BY	36,98%	KCP	0,500	0,600	0,200	0,200	0,185	0,111	0,037	0,037
		HBC	0,500	0,182	0,115	0,703	0,185	0,034	0,021	0,130
MR	31,49%	KSP	0,222	0,544	0,346	0,110	0,070	0,038	0,024	0,008
		LPJ	0,222	0,467	0,467	0,067	0,070	0,033	0,033	0,005
		SRM	0,222	0,429	0,429	0,143	0,070	0,030	0,030	0,010
		KHD	0,269	0,455	0,455	0,091	0,085	0,039	0,039	0,008
		HJK	0,065	0,467	0,467	0,067	0,020	0,010	0,010	0,001
OP	31,53%	KPO	0,080	0,298	0,332	0,370	0,025	0,008	0,008	0,009
		DYA	0,133	0,260	0,633	0,106	0,042	0,011	0,027	0,004
		PRO	0,375	0,140	0,286	0,574	0,118	0,017	0,034	0,068
		FCO	0,358	0,154	0,206	0,640	0,113	0,017	0,023	0,072
		KDK	0,053	0,333	0,333	0,333	0,017	0,006	0,006	0,006
							Jumlah	35,13%	29,08%	35,80%

Atribut	Bobot	sub Atribut	Bobot Relatif Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif			Bobot Absolut Sub Atribut	Bobot Absolut Alternatif		
				K	C	D		K	C	D
BY	46,98%	KCP	0,500	0,600	0,200	0,200	0,235	0,141	0,047	0,047
		HBC	0,500	0,182	0,115	0,703	0,235	0,043	0,027	0,165
MR	25,09%	KSP	0,222	0,544	0,346	0,110	0,056	0,030	0,019	0,006
		LPJ	0,222	0,467	0,467	0,067	0,056	0,026	0,026	0,004
		SRM	0,222	0,429	0,429	0,143	0,056	0,024	0,024	0,008
		KHD	0,269	0,455	0,455	0,091	0,068	0,031	0,031	0,006
		HJK	0,065	0,467	0,467	0,067	0,016	0,008	0,008	0,001
OP	27,93%	KPO	0,080	0,298	0,332	0,370	0,022	0,007	0,007	0,008
		DYA	0,133	0,260	0,633	0,106	0,037	0,010	0,024	0,004
		PRO	0,375	0,140	0,286	0,574	0,105	0,015	0,030	0,060
		FCO	0,358	0,154	0,206	0,640	0,100	0,015	0,021	0,064
		KDK	0,053	0,333	0,333	0,333	0,015	0,005	0,005	0,005
							Jumlah	35,35%	26,79%	37,85%

ANALISA SENSITIVITAS TERHADAP PERUBAHAN BOBOT OPERASIONAL

Atribut	Awal	Perubahan atribut Operasional			Tk. Perubahan
OP	38,73%	48,73%	58,73%	68,73%	10,0%
MR	44,29%	40,69%	37,09%	33,49%	-3,6%
BY	16,98%	10,58%	4,18%	-2,22%	-6,4%
Aternatif					
K	34,67%	32,31%	29,94%	27,58%	-2,36%
C	33,64%	34,19%	34,73%	35,28%	0,55%
D	31,69%	33,51%	35,32%	37,14%	1,82%

HASIL SENTESA MULTI ATRIBUT DAN ALTERNATIF TERHADAP TUJUAN

Atribut	Bobot	sub Atribut	Bobot Relatif Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif			Bobot Absolut Sub Atribut	Bobot Absolut Alternatif		
				K	C	D		K	C	D
BY	16,98%	KCP	0,500	0,600	0,200	0,200	0,085	0,051	0,017	0,017
		HBC	0,500	0,182	0,115	0,703	0,085	0,015	0,010	0,060
MR	44,29%	KSP	0,222	0,544	0,346	0,110	0,098	0,053	0,034	0,011
		LPJ	0,222	0,467	0,467	0,067	0,098	0,046	0,046	0,007
		SRM	0,222	0,429	0,429	0,143	0,098	0,042	0,042	0,014
		KHD	0,269	0,455	0,455	0,091	0,119	0,054	0,054	0,011
		HJK	0,065	0,467	0,467	0,067	0,029	0,013	0,013	0,002
OP	38,73%	KPO	0,080	0,298	0,332	0,370	0,031	0,009	0,010	0,012
		DYA	0,133	0,260	0,633	0,106	0,052	0,013	0,033	0,005
		PRO	0,375	0,140	0,286	0,574	0,145	0,020	0,042	0,083
		FCO	0,358	0,154	0,206	0,640	0,139	0,021	0,029	0,089
		KDK	0,053	0,333	0,333	0,333	0,021	0,007	0,007	0,007
							Jumlah	34,67%	33,64%	31,69%

Atribut	Bobot	sub Atribut	Bobot Relatif Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif			Bobot Absolut Sub Atribut	Bobot Absolut Alternatif		
				K	C	D		K	C	D
BY	10,58%	KCP	0,500	0,600	0,200	0,200	0,053	0,032	0,011	0,011
		HBC	0,500	0,182	0,115	0,703	0,053	0,010	0,006	0,037
MR	40,69%	KSP	0,222	0,544	0,346	0,110	0,090	0,049	0,031	0,010
		LPJ	0,222	0,467	0,467	0,067	0,090	0,042	0,042	0,006
		SRM	0,222	0,429	0,429	0,143	0,090	0,039	0,039	0,013
		KHD	0,269	0,455	0,455	0,091	0,109	0,050	0,050	0,010
		HJK	0,065	0,467	0,467	0,067	0,026	0,012	0,012	0,002
OP	48,73%	KPO	0,080	0,298	0,332	0,370	0,039	0,012	0,013	0,015
		DYA	0,133	0,260	0,633	0,106	0,065	0,017	0,041	0,007
		PRO	0,375	0,140	0,286	0,574	0,183	0,026	0,052	0,105
		FCO	0,358	0,154	0,206	0,640	0,175	0,027	0,036	0,112
		KDK	0,053	0,333	0,333	0,333	0,026	0,009	0,009	0,009
							Jumlah	32,31%	34,19%	33,51%



Atribut	Bobot	sub Atribut	Bobot Relatif Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif			Bobot Absolut Sub Atribut	Bobot Absolut Alternatif		
				K	C	D		K	C	D
BY	4,18%	KCP	0,500	0,600	0,200	0,200	0,021	0,013	0,004	0,004
		HBC	0,500	0,182	0,115	0,703	0,021	0,004	0,002	0,015
MR	37,09%	KSP	0,222	0,544	0,346	0,110	0,082	0,045	0,028	0,009
		LPJ	0,222	0,467	0,467	0,067	0,082	0,038	0,038	0,005
		SRM	0,222	0,429	0,429	0,143	0,082	0,035	0,035	0,012
		KHD	0,269	0,455	0,455	0,091	0,100	0,045	0,045	0,009
		HJK	0,065	0,467	0,467	0,067	0,024	0,011	0,011	0,002
OP	58,73%	KPO	0,080	0,298	0,332	0,370	0,047	0,014	0,016	0,017
		DYA	0,133	0,260	0,633	0,106	0,078	0,020	0,049	0,008
		PRO	0,375	0,140	0,286	0,574	0,220	0,031	0,063	0,126
		FCO	0,358	0,154	0,206	0,640	0,210	0,032	0,043	0,135
		KDK	0,053	0,333	0,333	0,333	0,031	0,010	0,010	0,010
							Jumlah	29,94%	34,74%	35,32%

Atribut	Bobot	sub Atribut	Bobot Relatif Sub Atribut	Bobot Relatif Alternatif			Bobot Absolut Sub Atribut	Bobot Absolut Alternatif		
				K	C	D		K	C	D
BY	-2,22%	KCP	0,500	0,600	0,200	0,200	-0,011	-0,007	-0,002	-0,002
		HBC	0,500	0,182	0,115	0,703	-0,011	-0,002	-0,001	-0,008
MR	33,49%	KSP	0,222	0,544	0,346	0,110	0,074	0,040	0,026	0,008
		LPJ	0,222	0,467	0,467	0,067	0,074	0,035	0,035	0,005
		SRM	0,222	0,429	0,429	0,143	0,074	0,032	0,032	0,011
		KHD	0,269	0,455	0,455	0,091	0,090	0,041	0,041	0,008
		HJK	0,065	0,467	0,467	0,067	0,022	0,010	0,010	0,001
OP	68,73%	KPO	0,080	0,298	0,332	0,370	0,055	0,016	0,018	0,020
		DYA	0,133	0,260	0,633	0,106	0,091	0,024	0,058	0,010
		PRO	0,375	0,140	0,286	0,574	0,258	0,036	0,074	0,148
		FCO	0,358	0,154	0,206	0,640	0,246	0,038	0,051	0,158
		KDK	0,053	0,333	0,333	0,333	0,036	0,012	0,012	0,012
							Jumlah	27,58%	35,29%	37,14%

## DAFTAR PUSTAKA

- Brodjonegoro, B., & Utama, B. (2005). *Analytic Hierarchy Process*. Jakarta: Penerbit PAU-EKUI.
- Bantas.R.M.,(2007). *Penentuan Prioritas Alternatif Alat Berat Untuk Pekerjaan Overbuden Dengan Pendekatan Analytic Hierarchy Proses Pada Proyek Pertambangan Batubara PT.XYZ di Jorong Kalimantan Selatan*. Tesis MMT-ITS. Surabaya.
- Boujelbene,Y.and Derbel, A. (2015). *The Performance Analysis of public Transport Operators in Tunisia Using AHP Method*. The International Conference and Advance Wireless, Information and Communication Technologies (AWICT 2015). Procedia Computer Science 73 (2015) 498-508. Tunisia.
- Chang, S. Tsujimura. M. Gen, T. Tozawa. (1993) *Project Planing Problem Solving Using Fuzzy Activity Times and Fuzzy Delphi Method*. Proc. Fifth IFSA World Congress. Seoul, South Korea, pp. 624-626.
- El-Sawalhi,N., Eaton.D.,Rustom,R. (2007). *Contractor pre-qualification model : State –of-art*. International journal of Project Managemen 25, 465-474.
- Gates, M. and Scarpa, A. (1980) Journal of the Construction Division. *Criteria for the Selection of Construction Equipment*, ASCE. Vol 106, C02, New York, USA
- Kirk, L.J. (2000). *Owner versus contract mining. 9th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection*, Athens, Greece, 6–9 November 2000. Panagiotou, G.N. and Michalakopoulos, T.N. (eds). Balkema, Amsterdam. pp. 437–442.
- Kotler, Philips .(1997). *Manajemen Pemasaran (Terjemahan) Jilid I*, PT.Prehallindo, Jakarta

- Kotler, Gery Amstrong.(2006). *Manajemen Pemasaran (Terjemahan) Jilid II*, PT. Prehallindo, Jakarta
- Lawrence Jr., et al. (2002) *Applied Managent Science; Modelling Spreadsheet Analysis and Communication for Decision Making*. First Edition. Ug/GGS Information Services, Inc., United States.
- Marimin .(2004). *Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. PT. Grasindo, Jakarta
- Mangkusubroto K., dan Trisnadi, L (1987) *Analisa Keputusan; Pendekatan Sistem dalam Manajemen Usaha dan Proyek*. Ganeca Exact, Bandung.
- Martin. J. et al (1982) *Surface Mining Equipment*. Martin Consultants Inc. Colorado, USA
- Pemerintah Republik Indonesia. (2009). *Undang-undang Pertambangan Mineral dan Batubara No.4*. Jakarta: Republik Indonesia.
- Phogat.V.S. and Singh.A.P.,(2013). *Selection Of Equipment for Construction of A Hilly Road Using Multi Criteria Approach. 2<sup>nd</sup> Conference of Transportation Reasearch Group of India (2<sup>nd</sup> CTRG)*. Social and Behavioral Sciences 104 (2013) 282-291. India
- Riduwan. (2004) *Metode & Teknik Menyusun Tesis*. Edisi Pertama. CV Alfabeta, Bandung
- Rochmanhadi (1988) *Pemindahan Tanah Mekanis*, Departemen Pekerjaan Umum dan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Saaty, T.L., (1983) *Decision Making For Leaders : The Analytical Hierarchy Process for Decision in Complex World*. RWS Publication. Pittsburgh
- Saaty, T.L., (1993). *Pengambilan Keputusan : Bagi Para Pemimpin*. PT. Pustaka Binaman Presindo, Jakarta Barat
- Salim, HS., (2009). *Hukum Pertambangan di Indonesia*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Salim, HS. dan Budi, Sutrisno., (2008). *Hukum Investasi di Indonesia*. PT Raja

Grafinfo Persada : Jakarta.

Sayareh, Jafar.and Alizmini,HR.,(2014). *A Hybrid Decision Making Model for Selecting Container Seaport in The Persian Gulf*. The Korean Association of Shipping and Logistic. Volume 30.pp.075-095.

Sen., et al. (1998) *Multiple Criteria Decision Support in Engineering Design*. Springer-Verlag, London.

Sudarso, I. (2004) *Optimasi Kebijakan Insourcing atau Outsourcing di PT Barata Indonesia Dengan pendekatan Model Zero-One Multi Objective Untuk mendukung keputusan Supply Chain*. Tesis, Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Sugiyono (2005) *Metode Penelitian Kualitatif*. Edisi Pertama. CV Alfabeta, Bandung.

Sukenda.(2012). *Sistem Pendukung Keputusan Untuk Memilih Kendaraan Bekas dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Tesis Teknik Informatika Universitas Widyatama, Bandung.

Suryadi, K. dan Ramdani, A. (2002) *Sistem Pendukung Keputusan: Suatu Wacana Struktural Idealisasi dan Implementasi Konsep Pengambilan Keputusan* PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.

**[ Halaman ini sengaja dikosongkan ]**

## BIODATA PENULIS



Penulis, Dany Irawan, lahir di Malang, 25 April 1981. Pendidikan formal yang telah ditempuh antara lain SDN Bedali 02 Lawang, SMPN 01 Lawang, SMUN 1 Malang, dan S1 Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang. Setelah lulus dari Universitas Brawijaya pada tahun 2004, penulis diterima bekerja di PT. Wira Bhumi Sejati Surabaya, perusahaan yang bergerak di bidang General Kontraktor dan ditempatkan di site Kalimantan Selatan yang menangani Asset untuk Project Pertambangan Batubara. Pada tahun 2013, penulis dipindah tugaskan di Surabaya sehingga berkesempatan untuk melanjutkan studi

S2 di Magister Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, dengan mengambil bidang keahlian Manajemen Industri. Akhir kata, penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya tesis yang berjudul “ Pemilihan Excavator Kelas 50 Ton Untuk Usaha Pertambangan Sirtu Galian C Melalui Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process ( AHP ) “.

